

MAGYAR FONETIKAI FÜZETEK

15

HUNGARIAN PAPERS IN PHONETICS

**HANGTANI
ÉRTEKEZÉSEK**

Kiadja az MTA
Nyelvtudományi Intézete
Budapest 1986



RZF 21/2003

MAGYAR FONETIKAI FÜZETEK
Hungarian Papers in Phonetics
15.

HANGTANI ÉRTEKEZÉSEK

Szerkesztette:

BOLLA KÁLMÁN

Réger Zita

(1944 - 2001)

hagyatéka

A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA NYELVTUDOMÁNYI INTÉZETE
BUDAPEST 1986

Technikai szerkesztő: FÖLDI ÉVA

Technikai munkatárs: NIKLÉCZY PÉTER

HU ISSN 0134–1545
ISBN 963 8461 23 3

© Az MTA Nyelvtudományi Intézete, Budapest, 1986. BOLLA KÁLMÁN

Felelős kiadó: HERMAN JÓZSEF, az MTA Nyelvtudományi Intézetének igazgatója.

Készült 400 példányban, 14,1 (A/5) ív terjedelemben, térítésmentes terjesztésre.

8616340 MTA Sokszorosító, Budapest. F. v.: dr. Héczey Lászlóné.

DISSERTATIONS IN PHONETICS

TARTALOM

CONTENTS

Előszó / Preface	5
GÓSY MÁRIA: MAGYAR BESZÉDHANGOK FELISMERÉSE, A KÍSÉRLETI EREDMÉNYEK GYAKORLATI ALKALMAZÁSA	7
IDENTIFICATION OF HUNGARIAN SPEECH SOUNDS, THE APPLICATION OF THE EXPERIMENTAL RESULTS	7
Bevezetés / Introduction	9
A beszédmegértés folyamata / On the process of speech understanding	10
Magyar beszédhangok invariáns jegyeinek vizsgálata / Invariant cues of Hungarian speech sounds	16
A magánhangzók percepciója / Perception of vowels	18
A mássalhangzók percepciója / Perception of consonants	42
A percepció eredmények felhasználása hallás- és beszédmegértési vizsgálatokra / Application of the perceptual results in the examinations of hearing and speech understanding	58
Laboratóriumi kísérletek / Experiments carried out under laboratory conditions	72
Klinikai kísérletek / Clinical experiments	73
Óvodai kísérletek / Tests in kindergartens	77
Halláscsökkenett gyermekek percepció sajátosságai / Perceptual features of hearing impaired children	82
Éphalló óvodások beszédmegértési szintje / Speech understanding level of children with normal hearing	85
Irodalom / References	92
FÖLDI Éva: A LENGYEL BESZÉDINTONÁCIÓ KÍSÉRLETI-FONETIKAI VIZSGÁLATA	101
THE EXPERIMENTAL-PHONETIC ANALYSIS OF POLISH INTONATION	101
Bevezetés / Introduction	103
Elemzés / Analysis	107
Eredmények / Results	133
Irodalom / References	134
A FONETIKA MŰHELYÉBŐL	
REPORTS ON WORK IN PROGRESS	141
ARATÓ András—KISS Gábor—TAJTHY Tamás: A MEA 8000 beszédsszintetizátor Commodore 64 számítógépen működő fejlesztő rendszere	143
The developing system of MEA 8000 speech synthesizer operating on Commodore 64 computer	143

BOLLA Kálmán–FÖLDI Éva–KINCSES Gyula: A toldalékcső artikulációs folyamatainak számítógépes vizsgálata	155
Examination of articulative processes of supraglottal cavities by computer	155
BOLLA Kálmán–KISS Gábor: A hangszabvány magánhangzóinak számítógépes bemutatása	166
The presentation of standard vowels by microcomputer	166
Új kiadványok / New publications	
B. Ročławski: Palatalność. Teoria i praktyka. Gdańsk 1984. (<i>Földi Éva</i>)	175
Tájékoztató / Information	
II Ogólnopolska Konferencja Logopedyczna (II. Országos Logopédiai Konferencia). Gdańsk, 1985. szeptember 15–18. (<i>Bolla Kálmán–Földi Éva</i>)	177
XI. Nemzetközi Fonetikai Kongresszus. Tallinn, 1987. augusztus 1–7. (<i>Bolla Kálmán</i>)	178

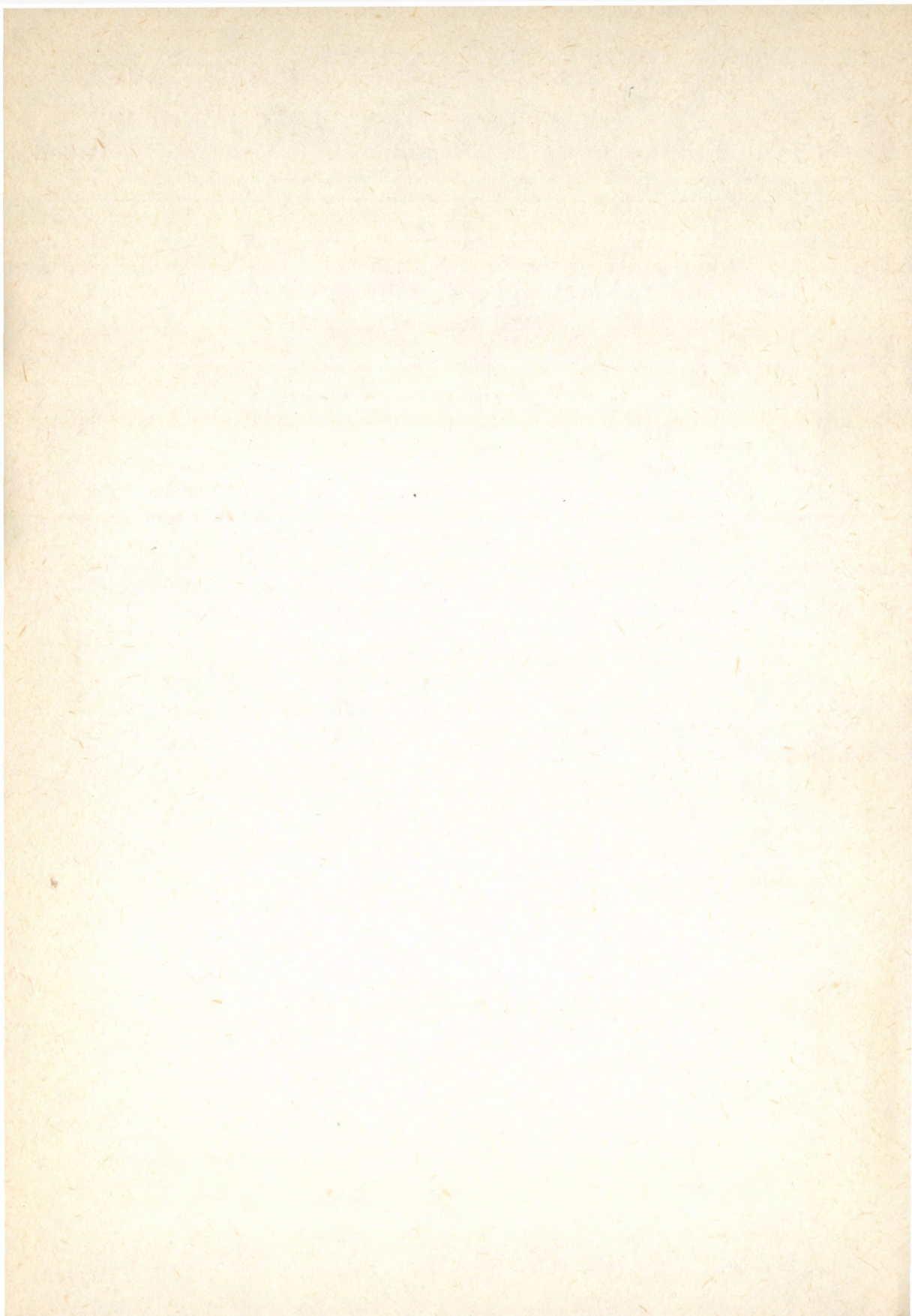
ELŐSZÓ PREFACE

Kötetünk két, az MTA Nyelvtudományi Intézetének fonetikai osztályán folyó kutatásokból született értekezést tartalmaz. Gósy Mária közel egy évtizede végez vizsgálódásokat a magyar beszédhangok és a szupraszegmentális hangszerkezetek észlelésével és értésével kapcsolatos témakörben. Ebből készítette el a Magyar beszédhangok felismerése, a kísérleti eredmények gyakorlati alkalmazása címmel kandidátusi értekezését, amelyet itt rövidítve bár, de a kutatási eredményeket megőrizve adunk közre. Minthogy a magyar beszéd megértésének nyelvészeti-fonetikai vizsgálatában a rangos külföldi kutatásokhoz viszonyítva jelentős lemaradásban vagyunk, igyekeztünk minél gyorsabban publikálni az elért eredményeket, s ezzel is ösztönözni e fontos témában a további kutatásokat. A dolgozat meggyőzően bizonyítja, hogy az alapkutatásban elért eredmények miként hasznosulhatnak a gyakorlatban, különösen ha erre tudatosan is törekszünk.

Földi Éva a lengyel beszédintonációval foglalkozó tanulmányát elkészült bölcsészdoktori értekezésének a vizsgálati eredményeket tartalmazó fejezeteiből állította össze. A szövegközi intonációs sémákon kívül 48 aprólékos elemzőmunkát igénylő, s a különböző szupraszegmentális hangszerkezettípusokat egzakt paraméterekkel kifejező ábrát is közöl a szerző. A kísérleti-fonetikai kutatással feltárt hangszerkezeti adatok és sajátságok jól hasznosíthatók a magyarok lengyel nyelvre tanításában, mindenekelőtt a helyes kiejtés elsajátíttatásában.

Fonetikai műhelymunkaként három közlemény szerepel még kötetünkben. Közös vonásuk, hogy a számítástechnikának a beszédfiziológiai és beszédakusztikai kutatásban való felhasználásáról szólnak. Az a tény, hogy a felhasználói körökben (oktatási intézményeket is ideértjük) elterjedt, s ma már széles körben hozzáférhető személyi számítógépre és chip-szintetizátorra adaptáltunk az eddig csak laboratóriumi rendszerben használatos eszközökkel végezhető fonetikai vizsgálódásainkból néhányat, példázza a fonetikában is hangsúlyozott törekvésünket, hogy a tudományos kutatásban mindig tekintettel vagyunk a társadalmi gyakorlat igényeire.

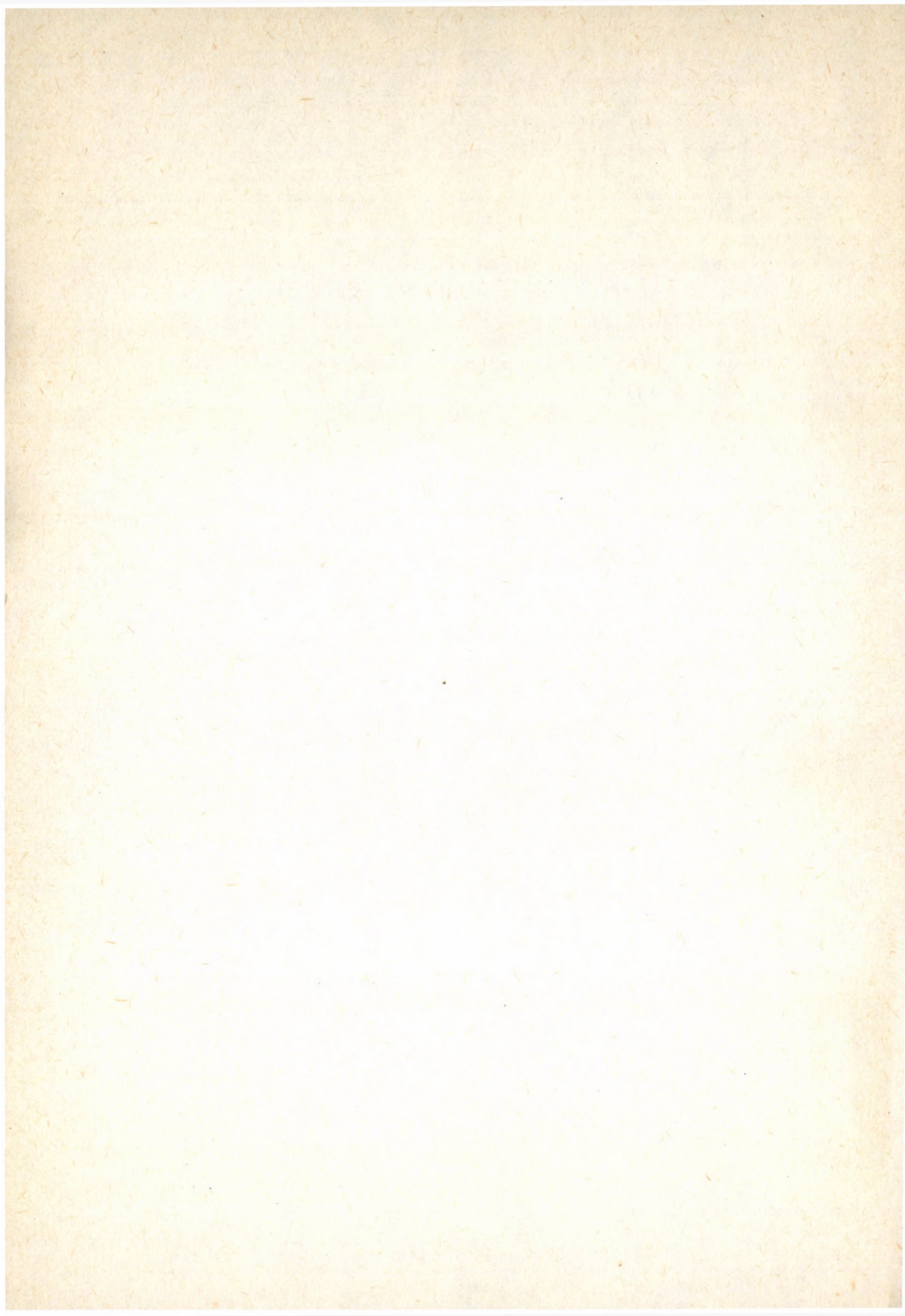
Bolla Kálmán



**MAGYAR BESZÉDHANGOK FELISMERÉSE, A KÍSÉRLETI
EREDMÉNYEK GYAKORLATI ALKALMAZÁSA**

**IDENTIFICATION OF HUNGARIAN SPEECH SOUNDS, THE
APPLICATION OF THE EXPERIMENTAL RESULTS**

Gósy Mária



Bevezetés

A beszédmegértés vizsgálata egyike azoknak a kutatási területeknek, ahol igen nagyszámú és értékes kísérletet, tanulmányt, hipotézist találunk, de a teljes folyamat leírása mind ez ideig nem történt meg. Ez többféle okra is visszavezethető; mindennek előtt arra, hogy a megértés mechanizmusa számos olyan részletet tartalmaz, amelynek a pontos fiziológiai, pszichoakusztikai és nyelvi meghatározása még várat magára. A beszédmegértés folyamatát interdiszciplinárisan vizsgálják, kutatásában különböző tudományterületek képviselői vesznek részt, más-más megközelítésben, eltérő céllal és módszerekkel. Ez részben kedvez a fejlődésnek, hiszen alkalmat ad az eredmények összegzésére, ugyanakkor sokszor zsákutcába vezet, amelynek a kikerülése nem könnyű feladat. Nemegyszer a terminológia és a másik tudományok felfogásának eltéréseiből adódó problémák nehezítik a közös cél elérését (Osgood—Sebeok 1965).

A beszédmegértéssel kapcsolatos ismereteink meglehetősen régiek, ezek ön- vagy mások megfigyelésének tapasztalatai. A nyelvtudományban is foglalkozott e kérdéskörrel; a modern kutatások tehát nem gyökértelenek. Mégis ugrásszerű az a fejlődés, amely ezen a területen történt, egyrészt nyelvészeti (elsősorban talán fonetikai), másrészt pszichológiai vonatkozásban. Újabban a pszicholingvisztika tudományterületén folynak a megértéssel kapcsolatos kutatások. A külföldi szakirodalomban nagyjából a negyvenes évektől kezdődően sokszorozódik meg a percepcióval foglalkozó munkák száma. Ezek egy része csupán eszköznek tekinti a folyamat szabályainak feltárását más feladatok megoldása érdekében, mint amilyen például a mesterséges beszédfelismerése.

A fonetikai világkongresszusok programjában a beszédmegértés mint önálló tárgykör a hatvanas évektől jelenik meg.

A magyar fonetikában a beszédmegértés vizsgálata viszonylag új kutatásnak számít; a már megjelent tanulmányok azonban fontos részeredményekről számolnak be, amelyek példát, kérdéseket és alapot adnak a további vizsgálatokhoz (elsősorban Fónagy Iván, Hegedűs Lajos, Magdics Klára, Pauka Károly, Pléh Csaba, Tarnóczy Tamás és Vicsi Klára munkái (vö. Gósy MFF 13. 1984d).

E dolgozat kiinduló hipotézise az volt, hogy a beszédmegértési folyamat percepció és megértési szabályainak elméleti megfogalmazása és empirikus elemzése új lehetőséget teremt magának, a folyamatnak a vizsgálatára. Ez azt jelenti, hogy ha meghatározhatók például a magyar beszédhangok azonosításának kritériumai, akkor ezeknek az eredményeknek a birtokában vizsgálhatjuk a fonetikai, a fonológiai szint működését vagy a percepció egység kérdését. A dolgozat t á r g y a : a magyar magánhangzók, a felpattanó zöngés zárhangok, a nazálisok és a réshangok egy részének percepció vizsgálata, az elsődleges felismerési kulcs meghatározása és a kapott eredmények gyakorla-

ti alkalmazása. Cél: a vizsgált beszédhangok pontos felismerését biztosító frekvenciartomány meghatározása, majd ennek ismeretében olyan tesztanyag kidolgozása, amely alkalmas óvodáskorú gyermekek hallásának és beszédmegértési szintjének megítélésére. A dolgozat eredeti terjedelmében kandidátusi disszertáció, amelyből itt a még nem publikált részeket közöljük, utalva a kihagyott fejezetek megjelenési helyére.

A beszédmegértés folyamata

A beszédmegértés a halláson alapszik. Hallásnak azt a folyamatot nevezzük, amelyben hallószervünk környezetünk hangjelenségeit érzékeli, továbbítja, feldolgozza (Halm 1963, 14). A hallás két fő része: a) a perifériás és b) a centrális hallás (nem kisebb jelentőségű természetesen a közvetítő idegpályák funkciója sem). A perifériás hallás a hallószerv és az idegpályák működése, a centrális pedig az agy megfelelő központjaiban történő feldolgozás (Katz 1978; Pauka 1982). Sajátos, minden más akusztikai jelenség feldolgozásától eltérő működést igényel a beszéd felismerése és megértése. A hallás épségének megállapítása nem jelenti egyben a beszédfeldolgozás épségét is; akár a perifériás, akár a centrális hallásműködést tekintjük. Kimondható és hangsúlyozandó is egyben, hogy a hallás nem egyenlő a beszédmegértéssel, a hallási rendszer működése önmagában nem biztosítja az elhangzó beszéd korrekt azonosítását, megértését és értelmezését. Hangsúlyozni azért szükséges, mivel ez az összefüggés általában csak bizonyos betegségtípusok (pl. afáziák) esetében válik nyilvánvalóvá, pedig a beszédmegértési folyamat megismeréséhez alapvető kiindulást kell, hogy jelentsen.

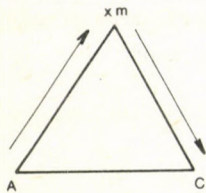
A beszédmegértés olyan működésmechanizmus, amelynek során a beszédet elemezzük és szintetizáljuk egyúttal oly módon, hogy az adott nyelvi jellemzők mindig meghatározóak maradnak, és hatnak a fiziológiai rendszer működésére. Ennek megfelelően a folyamat általános, nyelvfüggetlen vázára erősen nyelvfüggő szabályrendszer kapcsolódik. Az ezzel foglalkozó kísérletek közül Lotz és munkatársai például CV típusú hangkapcsolatokban vizsgálták a mássalhangzó felismerését zöngés, illetve zöngétlen felpattanó zárhangként. Az eredmények azt mutatták, hogy a különböző anyanyelvű kísérleti személyek (angolok, spanyolok, magyarok és thaiföldiek) a saját nyelvükben realizált mássalhangzóknak megfelelően azonosították a zárhangokat. Ugyancsak az anyanyelvi percepció bázisra utalnak a magyarban nem lévő (amerikai) angol beszédhangokra magyar anyanyelvűektől kapott percepció adatok (Nemser 1971; vö. még Glucksberg–Danks 1975; Miyawaki et al. 1975; ill. Lotz et al. 1960).

A megértési folyamatot ún. modellekben próbálják ábrázolni, amelyekben lényegében leegyszerűsítve reprezentálható a működéssorozat. A cél: annak bemutatása, hogy milyen szinteken milyen jellegű működések történnek a megértés mechanizmusában. Pisoni szerint az alapkérdés a következő: hogyan konvertálja a hallgató a folyamatosan változó akusztikai jelet, amelyet a beszélő kiad, diszkrét nyelvi egységek sorozatává, és hogyan fogja föl a benne lévő üzenetet (1981, 249). Ha feltételezzük, hogy a beszédet a megértés során bármiféle leírható mechanizmus dolgozza fel, akkor mindekelőtt azt kell meghatároznunk, hogy ez a mechanizmus milyen paraméterekkel jellemezhető és miként működik.

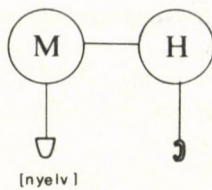
A beszédmegértés folyamatának modellálása nem újkeletű; az ezzel foglalkozó művek már egy évszázaddal korábban is próbálták valamilyen sémába foglaltan értelmezni azt, amit a folyamatról tudtak, illetve elképzelték. Stricker Salamon több, mint

fél évszázaddal korábban, minthogy az elmélet elterjedt, hirdette a – mai terminussal – motoros beszédmegértési hipotézist (1880), az elmélet kidolgozása Liberman és munkatársainak nevéhez fűződik (1957), vö. 1. ábra.

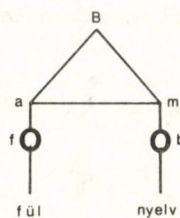
STRICKER 1880



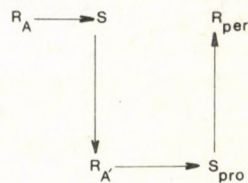
SARBÓ 1906



SIMONYI 1942



LIBERMAN 1957



1. ábra A motoros komponens részvétele a megértésben különböző szerzők szerint (x=beszédhang-feldolgozás, m=motoros komponens, A=hangsor, C=jelentés; M=mozgató központ, H=hallómező; B=jelentés, a=hallásos kép, m=mozgásos kép, f=hallásos ingerfelfogás központja, b=mozgásos beidegzési központ; R_A =artikuláció, R_A' =immanens artikuláció, S=jel, per=percepció, pro=proprioceptív létező jel)

Fant hat beszédmegértési modellt különít el: kibernetikai modell, neurológiai modell, nyelvészeti modell, analízis–szintézis (más megnevezéssel: aktív–passzív) modell, artikulációs modell és motoros modell. Az egyes modellek közti különbség mindenekelőtt az elméleti felfogásban, a funkcionális szemléletben és a modell végcélja tekintetében jelentkezik. A ma számottevő modellek közös jellemzője, hogy nagymértékben hangsúlyozzák a nyelvi meghatározottságot – ennek a felismerésnek azért óriási a jelentősége, mivel egy ún. „általános percepció model” csak elméleti úton hozható létre, s az egyes nyelvek megértési folyamatának reprezentálására alkalmatlan.

A megértési modellek általános problémája

A szegmentálás. – A kérdés megfogalmazható úgy, hogy a szegmentálás felfogható-e egy speciális hallási folyamatnak, amely tartalmazza a fonetikai osztályozást; avagy a szegmentálás a fonetikai osztályozásnak magának az automatikus következménye. Példával megvilágítva, ez az első feltevés esetében azt jelentené, hogy a *baba* szó beszédhangjainak azonosításakor – mint a megértés speciális hallási folyamatának eredménye – azonnal képesek vagyunk az anyanyelvi fonémáknak megfelelő beszédhang-realizációk egymás után következésének felismerésére: [b] + [ɔ] + [b] + [ɔ]. A második feltevés esetében a *baba* szó akusztikai hullámformájának észlelését és feldolgozását követi egyfajta fonetikai osztályozás (bizonyos akusztikai kritériumok alapján), amelyek eredménye egyszersmind a szegmentálás, tehát fonémarealizációkra, szótagokra stb. bontás. A probléma azon alapszik, hogy nincs egy az egynek megfelelés az akusztikai jelben levő információ és a nyelvi analízisből kapott szegmentumok között (Pisoni–Sawusch 1975, 16). A kísérletek azt mutatják, hogy egy akusztikai jelrészlet tartalmazhat információt különböző fonetikai szegmensekről – például egy bilabiális nazális és egy magánhangzó kapcsolatának átmeneti része a mássalhangzóról és a magánhangzóról is –; illetve igen különböző akusztikai jeleket gyakran azonos nyelvi információként észlelünk – például a különböző magánhangzók előtt álló felpattanó zár-

hangot. Más megfogalmazásban: van néhány artikulációs konfiguráció, amely akusztikailag stabil abban az értelemben, hogy kis artikulációs változásnak kis akusztikai változás a következménye; nagy artikulációs változásnak pedig nagy akusztikai változás. A legtöbb artikulációs konfiguráció azonban instabil, mivel hasonlóan vagy ugyanolyan kis artikulációs változásoknak nagy akusztikai változás a következménye és megfordítva: nagy artikulációs változásnak kis akusztikai módosulás az eredménye (Stevens 1975). Vagyis az artikuláció és az akusztikum között nem lineáris a kapcsolat. Már Čistovičák leírják, hogy nehéz az akusztikai jelben meghatározni azt a részletet, amely az adott fonémát realizálja, mert néha az átmenetek, a szomszédos hangok hordozzák az arra jellemző információt (1965). 15 évvel később úgy nyilatkozik, hogy a felismerésben néha másoknak vagy másoknak is szerepük van, például a formánsátmenetek irányának, időszerkezeti állandóknak (1980, 67). Sok kutató úgy véli, hogy ha egyszer megértjük, hogy a fonémák hogyan alakulnak ki az akusztikai jelből, akkor a további nyelvi folyamatokat már könnyen meg tudjuk magyarázni (Summary 1980, 82). Közlebb jár a valósághoz az az óvatos megfogalmazás, amely szerint az előzetes hallási szegmentálás inkább szótag szintű, a szótagon belüli szegmentálás pedig valószínűleg szinonim az osztályozással magával (Studdert-Kennedy, 1980, 49).

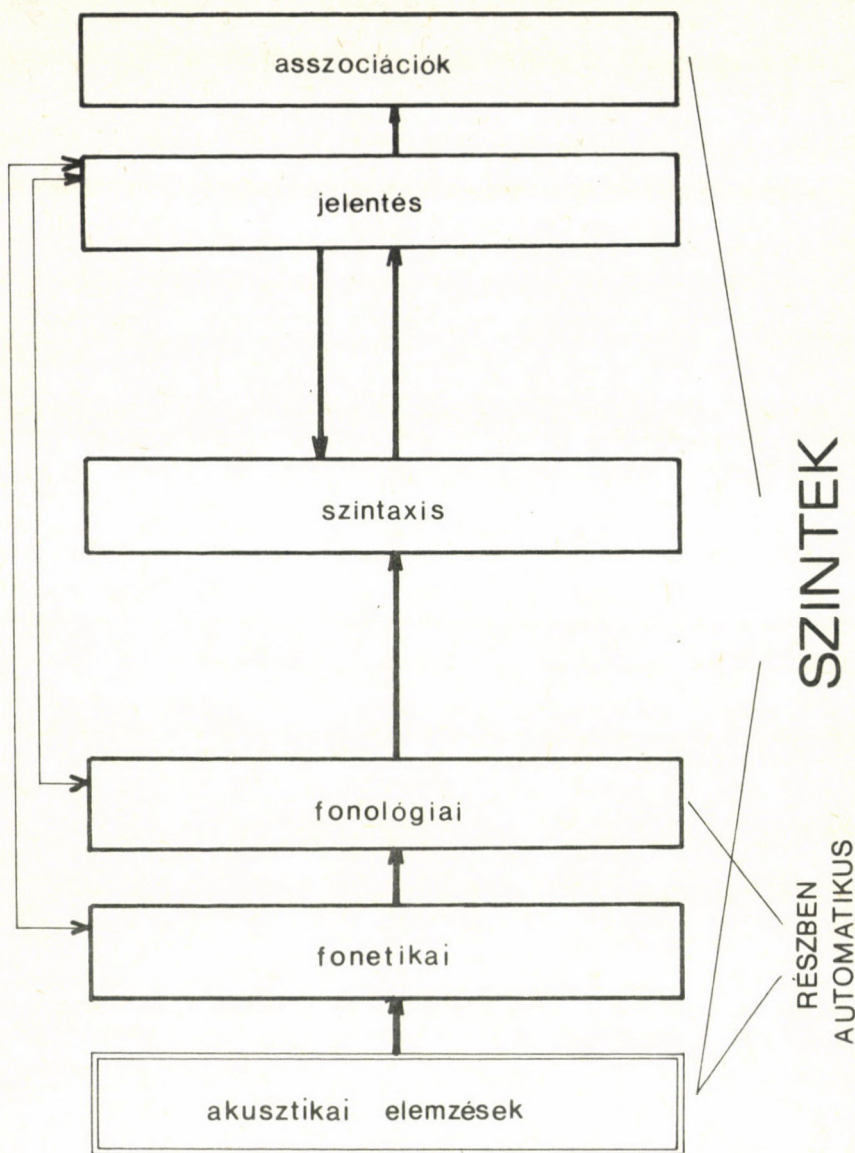
A visszacsatolás. — Visszajelentés kifejezésben is használatos (vö. még feed-back). Tömör megfogalmazásban az a biológiai mechanizmus, amelyben egyik szerv kifejti a hatását a másikra, ugyanakkor a másik szerv funkciója visszahat arra, amely funkcióját kiváltotta. A visszacsatolás fontossága a beszédmegértésben régóta ismert (vö. már Stricker 1880; pszichológiában korábban is); a mechanizmus gyakorlati felhasználása elsősorban a gyógyító pedagógiában jelentkezik.

Szupraszegmentumok. — A modellek jó részéből részben vagy egészen hiányoznak; kevesebb percepciók kísérlet ismert a szupraszegmentáliákkal kapcsolatban, mint a szegmentális szint területén. Funkcióját egyrészt a perceptuális integritásban, másrészt a frazeális csoportosításban jelölik meg (Studdert-Kennedy 1980, 46). A felfogás emlékeztet a szegmentális és szupraszegmentális szint viszonyának jellemzésére a beszédprodukción.

A hallási—akusztikai—fonetikai és a fonémaszint működése

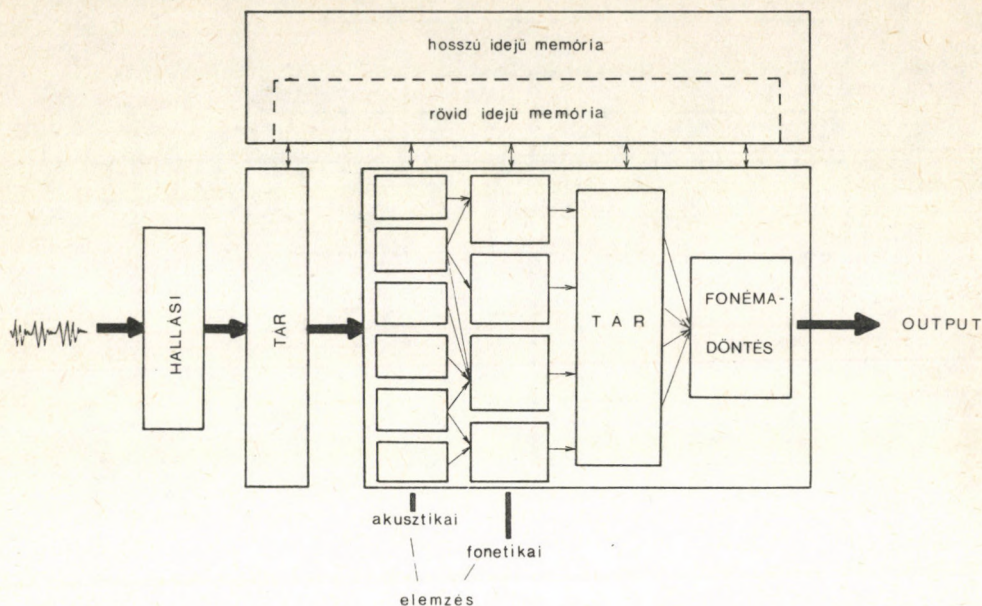
Felfogásunkban a megértési folyamat hierarchikusan építkezik (2. ábra); jellemzői: a) egymással összefüggő szintek alkotják, b) ezek a szintek részben az élettani hierarchiának, részben a nyelvi absztrakciónak felelnek meg, c) döntő fontosságot tulajdonít a nyelvi meghatározottnak, d) megoldja a percepciók egység problémáját, amennyiben minden szinten saját percepciók egységet tételez fel és e) lehetővé teszi a késői kötés elvének megvalósulását, így módon a g l o b á l i s b e s z é d m e g é r t é s t . Néhány fontos kérdésre ugyanakkor nem ad választ (invariancia, intonáció szerepe stb.).

A 2. ábra modelljének alsóbb szintjeit mintegy kinagyítva ábrázolja a 3. ábra, szemléltetve az előző sémában nem feltüntetett részleteket. Az input vagy b e m e n e t maga a beszéd, az az akusztikai jelsorozat, amely a nyelvi információt tartalmazza. A feldolgozás első lépcsője az ún. elsődleges hallási elemzés (I.), ahol néhány előzetes döntés történik a frekvencia-, az idő- és az intenzitásviszonyok tekintetében. Ezek a döntések nagyjából behatárolják a felfogott akusztikai jel hullámtulajdonságait; ész-



2. ábra A hierarchikus beszédmegértési modell felépítése és működése

leljük például, hogy zene vagy beszéd, ének vagy hangszer, gyors vagy lassú, magas vagy mély, halk vagy erős (sőt egyszersmind egyéb szubjektív ítéleteket is alkotunk: kellemes, kellemetlen). Ezek az eredmények az észlelési információtárban összegződnek, ahonnan a beszédfeldolgozás indul. Ekkortól lép be az emlékezet is a feldolgozásba. Az észlelési információtárban felgyűlt adatok alapján történik az akusztikai elemzés (II.). Tegyük fel, hogy az elhangzott beszédrészlet egyetlen szó volt:



3. ábra A hallási–akusztikai–fonetikai és a fonológiai szint felépítése és működése

sír. Az akusztikai elemzéssel választ kapunk arra, hogy a hangsor tartalmazott-e zöngés hangot vagy nem; vokális elem volt-e jelen vagy nem; észlelhető-e energiakonzentráció valamelyik frekvencián vagy nem; ha igen, akkor hol; a frekvenciaváltozások miként jelentkeznek az időben; hol volt intenzitáscsúcs (volt-e); milyen volt annak lefutása; stb. (Feltételezésem szerint bináris döntések sorozatával valósul meg az akusztikai elemzés. Meg kell azonban jegyezni, hogy még e tekintetben sincs egyetértés a szakirodalom tanúsága szerint. Massaro például úgy találja, hogy a jellemző jegyek nem binárisak, és a feldolgozás inkább folyamatos jellegű: Summary 1981, 87.) A választott példánál maradva (a lényeg kiemelésével) a jelsorozat akusztikai elemzése a következő eredményeket hozza: 1. a jel teljes időtartama: 640 ms; 2. a jel első 30%-ában nem tartalmazott zöngés hangot, a további 52%-ban igen; 3. az első 30%-ban 1500–2500 Hz táján, a további 56%-ban 300 és 2200 Hz-nél, az utolsó 14%-ban pedig 400, 1800 és 2600 Hz körül észlelhető energiakonzentráció; 4. a középső, 56%-os időintervallumban nincs zöreje, ez a részlet a vokális jegyet viseli magán; az intenzitás a felfutási és a lecsengési szakasz között két ponton csökken lényegesebben, mintegy 10–20 dB-nyit; stb.

A példát úgy választottam meg, hogy a szegmentálás egyértelműen elvégezhető legyen, ugyanis az akusztikailag önként elhatárolódó jelrészletek egy-egy beszédhangnak felelnek meg. Hogyan képzelhető el ez akkor, ha nincs ilyen egyértelmű megfelelés? Ismert, hogy gyakran nem a konkrét értékek alapján kell döntéseket hoznunk, hanem viszonyok alapján (ez a hallási–észlelési rendszer sajátásaiból is fakad). Egy hang észlelt hangossága nemcsak az intenzitásától függ, hanem az intenzitásváltozástól, amely megelőzi és követi azt; vagyis a hang percepció spektrumát befolyásolja

a megelőző s a követő spektrumváltozás is (Darwin, vö. Summary 1980, 84). Tény azonban, hogy az akusztikai jelsorozatban mindig vannak olyan „pontok”, amelyek könnyen azonosíthatók paramétereik alapján fonémarealizációként (pl. bizonyos más-salhangzók, illetve a magánhangzók ún. tiszta fázisai). Amikor tehát az akusztikai elemzés eredményei a tárban összegződnek, vannak már olyan részletek, amik egyértelműek, s a „bizonytalanok” meghatározott valószínűségi értékkel várhatók (ld. Markov-lánc). A szegmentálás — óvatos megfogalmazásban — talán elképzelhető úgy, hogy az akusztikai elemzéssel lényegében megkezdődik és végeredményként a fonológiai szinten „fejeződik be”, állandó visszacsatolás mellett.

Az akusztikai elemzés adataira épülhet rá a fonetikai analízis (III.) Ekkor döntési szabályok alapján nyelvészeti-fonetikai szempontból ítéljük meg az elhangzottakat. A *sír* esetében: a jelsorozat első 30%-a egy [ʃ] típusú réshang jelenlétére, a következő 56% egy [i:] típusú magánhangzó és az utolsó 14% egy tremuláns jelenlétére utal. A beszédhangok egy részét — például a képzési helyükben különböző felpattanó zárhangokat — ezen a szinten nem tudjuk ilyen módon a megfelelő beszédhang-osztályba azonosítani, csupán feltételezéseink lehetnek (amelyek helyességét a fonológiai szint döntési eredményei bírálják el). Ezt a nehézséget sokan úgy próbálják megoldani, hogy azt tartják, a fonetikai elemzés során a hang hullámformája által nyújtott artikulációs információt észleljük. Egy más megfogalmazás szerint: a felismerési kulcsok együtt jelennek meg egy artikulációs gesztusban, amely pillanatról pillanatra változik (Studdert-Kennedy 1980, 55). Massaro szerint a hallgatónak arról van tudomása, hogy a jellemző jegy a beszédcsatorna mely szintjén van jelen (Summary 1980, 87). Ismét előállt tehát az artikuláció szerepe a megértésben. Az artikuláció hangsúlyozásának két oka van, az egyik történeti. Mégpedig az, hogy a fonetikusok (nyelvészek) az eszközfonetikában, akusztikai fonetikában is artikulációs megkülönböztetéseket végeztek. Ez vezetett oda, hogy a percepcióban is megjelenjen az artikulációs folyamat. A másik ok, hogy a beszédhangok egy olyan hangforrás segítségével jönnek létre, amelynek jól meghatározott akusztikai következményei vannak a hallgató számára (Pisoni—Sawusch 1975, 22).

A fonetikai feldolgozás eredménye egy újabb tárba kerül (nevezhetjük fonetikai tárnak). A beszédmegértés kutatása az utóbbi években sok módszert és jellemzőt kölcsönzött az információ-feldolgozási modellektől. Ennek eredményeként épültek be a modellekbe a tárolási struktúrák. Úgy tűnik, hogy a tárolási rendszerre a megértésnek alapvető szüksége van: lehetőség nyílik arra, hogy a feldolgozáshoz mindig az éppen szükséges adatokat hívjuk elő, de az összes elemzési eredmény megőrződjön a folyamatműködés időtartamára. Kísérleti körülmények között az is kimutatható, hogy hangkapcsolatok azonosításakor — [be:] -nek, [de:] -nek vagy [ge:] nek kellett a beszéd-részletet felismerni —, a kísérleti személyek egy része két hangkapcsolatot jelölt meg, pontosabban a másodikkal „korrigálta” az első feltételezést (ugyanaz egy más kísérletben értelmes szavakkal is megfigyelhető volt). A fonetikai szinten hozott döntési eredmények tehát az adott nyelvre jellemző beszédhangok megnevezései, például [u:, z] vagy [l]. E „szint” működéséről szolgál bizonyítékkal az az EEG-vel végzett kísérlet, amely szerint csak a beszédhangok felismerésekor jelentkezett nagyobb amplitúdójú kiváltott válasz a bal agyfélteke fölött (Szirtes—Diekmann—Rothenber-

ger—Jürgens 1981, 171). Hasonló kísérleti eredményről számol be egy másik tanulmány. Itt speciálisan előkészített magánhangzók, zaj és szinuszhang kiváltotta agyi potenciálokot hasonlítottak össze. Eredményük szerint a magánhangzó-sorozattal előidézett görbék nagyobb amplitúdójúak voltak, mint a másik két akusztikai ingerre kaptak. A szerzők ezt azzal magyarázzák, hogy a magánhangzó-besugárzás hatására megnövekedett a figyelem (Spreng—Young 1978). A figyelem mint faktor szerepével a beszédmegértésben más is foglalkozik (Studdert-Kennedy 1980, 51). Megjegyezzük, hogy mindennek ellenére még mindig van olyan vélemény, amely szerint a fonémaszint mint olyan nem is létezik (vö. Marcus véleménye: Summary 1980, 87).

A részben automatikus feldolgozási szakasz utolsó lépcsője: a fonéma döntés meghozatala; a beszédhangokat ezen a szinten, a fonológiai szinten soroljuk be a megfelelő fonémaosztályba. Mit jelent ez? Itt kell eldöntenünk, hogy — a hangképzés szempontjából hátul képzett, ajakkerekítéses, rövid magánhangzó, amely a középsőnél kissé magasabb nyelvéállással képzett, akusztikailag 360 Hz-es első és 800 Hz-es második formánssal rendelkezik — az /o/ vagy már az /u/ fonéma kategóriájába tartozik. Egy másik példánál: a képzése szerint felpattanó zárhang, ajakhang, amely akusztikailag +5 ms-os VOT-tal jellemezhető — zöngés volt-e oly mértékben, hogy a /b/ vagy nem és ez esetben a /p/ fonéma kategóriájába kerülhet. Itt dől el, hogy például a *jégpálya* szóban, ahol az első szótag végén zöngétlen [k] mássalhangzót azonosítottunk a fonetikai szinten, valójában a zöngés [g] megvalósulásáról van szó, azaz a szóösszetétel első szótagja nem az értelmetlen *jék* hangsor, hanem a *jég* szó. (Idegen nyelvek tanulásakor — nyilván az íráskép hatása miatt — a hasonló ejtési sajátosságok ezen a szinten nehezítik a megértést.) Az utóbbi példa azt sugallja, hogy a fonéma döntést lényegében az értelmezés határozza meg véglegesen. Ez azonban csak részben igaz, mivel azonos anyanyelvű hallgatók értelmetlen hangsorokat is azonosan, hasonlóan ismernek föl normál lehallgattatási körülmények között (Gósy—Olaszy 1983). Tény azonban, hogy — a globális percepció működésének megfelelően — az értelmes szavak szintjén, annál magasabb szerveződésű egységek esetén pedig még inkább „toleráns” a fülünk az észlelést és azonosítást illetően (Gósy MFF 8. 1981, 87–103).

Magyar beszédhangok invariáns jegyeinek vizsgálata

Flanagan írja, hogy a nyelvi elemek: fonémák, szótagok stb. vizsgálata segít azoknak a faktoroknak a meghatározásában, amelyektől azonosításuk függ (1965). A magyar fonetika utóbbi évtizedes fejlődése, a Laziczius után (1944) gyakorlatilag folytatás nélkül maradt akusztikai fonetika megerősödése, a fejlett technika beépülése a kutatások kiszolgálásába megteremtette a lehetőséget a kísérleti fonetika, azon belül pedig a percepciókutatás kialakulására.

Az invariancia fogalma

A kisgyermek beszédmegértésének fejlődését elemezve került előtérbe az a — mind ez ideig megnyugtatóan nem megválaszolt — kérdés, hogy a beszéd egyes elemeinek felismerése minek alapján történik: a) az elsajátított azonosság vagy b) az elsajátított megkülönböztetés alapján (Hörmann 1971, 63). Az első esetben a gyermeknek meg kell tanulnia azt, hogy ne vegye figyelembe azokat a különbségeket a

beszédben, amelyek a kommunikáció szempontjából nem fontosak. (Fel kell ismernie például az [a:] vagy a [s] hangot akár férfi, akár nő, akár öreg, akár fiatal ejti, bármilyen emocionális tartalommal töltve.) A második esetben meg kell tanulnia élesebben megkülönböztetni azt, ami a beszédértés szempontjából fontos. (Ha például az adott nyelv megkülönbözteti az interdentalis és a dentalis réshangokat is vagy a zöngés és zöngétlen ajakzárhangot.) Mindkét elképzelésben közös, hogy a beszédészletnek tartalmaznia kell egy állandó faktort, egy invariáns, tehát nem változó elemet, amely az aktuális körülményektől függetlenül biztosítja a felismerést. Invariancia a fonetikában címmel Port adja az első – egyben történeti – áttekintését e kérdésnek (1984). Az artikulációs és akusztikus invariáns jegyen kívül számos más, hasonló funkciójú „állandó jegyet” ismertet és értékel. Így a klasszikus fonetikában hat invariáns jegyet különít el; elemzi Jakobson elméletét, Chomsky és Halle nézeteit e szempontból. Mindez – mint írja – azt szolgálja, hogy a fonetika egy új, formális modelljét próbálja kidolgozni (érdekes párhuzamot vonva a geometriával), célja: „a beszédhangok mint jelek szerepének tanulmányozása a kommunikációban” (13).

Ha definiálni akarjuk, azt mondhatjuk, hogy az invariáns jegy egy meghatározott beszédjelnek azon része, amely minden helyzetben változatlan, és lehetővé teszi a korrekt azonosítást. Más szakkifejezéssel: az invariáns jegyet bizonyos felismerési kulcsokkal fejezhetjük ki. Az ismert felfogásoknak megfelelően beszélhetünk akusztikus és artikulációs invariáns jegyről (Delattre 1967). Delattre a problémát úgy veti fel, hogy vajon a disztinktív jegyek az akusztikus vagy az artikulációs vonatkozásokhoz kapcsolódnak szorosabban (4). Véleménye szerint a disztinktív jegy nem egyenlő egy akusztikai kulccsal vagy egy artikulációs mozgással, sőt a disztinktív jegy tulajdonképpen egy perceptuális jel, amelyet akusztikus és artikulációs sajátságain keresztül lehet vizsgálni. Az egzaktan kifejezhető felismerési kulcs(ok) mégis inkább akusztikus(ak); akusztikai-fonetikai kulcsok (Pisoni 1981; Fujisaki 1980). Újabban tulajdonság-, illetve jegykeresőként is találkozunk a fogalommal (Fujisaki i. m.; Studdert-Kennedy 1980). Valószínűleg igaz az a felfogás, hogy a felismerési kulcsok egyetlen artikulációs gesztusba vannak integrálódva (Studdert-Kennedy 1980, 55). Az artikulációs gesztusnak nyilvánvalóan megfelel a létrejött hullámforma egy része. A mi kor tehát az akusztikus kulcsokat határozzuk meg, az akusztikum és a percepció közötti összefüggést tárjuk fel. Kísérletileg a továbbiakban ezt a felfogást próbáljuk igazolni. A felismerési kulcs az adott beszédészletnek azon jellemzője, amely minimálisan szükséges a korrekt azonosításhoz. A vizsgálati eredmények azt mutatják, hogy gyakran nem egyetlen, hanem két vagy több felismerési kulccsal is számolnunk kell (vö. 'multiple cues': Oden–Massaro 1978, 178). (Hosszabb értelmes szekvenciák megértésekor ezek a felismerési kulcsok „átértékelődnek”; például 1500 Hz-es középfrekvenciánál egy 1000 Hz széles frekvenciasáv elegendő egy mondat kb. 90%-os felismeréséhez, vö. Denes–Pinson 1973, 185.) Van olyan nézet, amely kontextustól függő és változó felismerési kulcsokról beszél, illetőleg „elsődleges” és „másodlagos” felismerési kulcsokról (Stevens 1975). A másodlagos felismerési kulcsok akkor jutnak funkcióhoz, ha az elsődleges felismerési kulcsok eltűnnek vagy annyira torzulnak, hogy használhatatlanok. Gyakori ugyanis, hogy a beszédhullám különféle szimultán felismerési kulcsot tartalmaz,

bár egy is elég a korrekt azonosításhoz (Denes–Pinson 1973, 164). (A vokális traktus beszéd közben a jellemzők változatait hozza létre, nehéz meghatározni, hogy melyik az az állapot, amelyik a megértéshez feltétlenül szükséges, Denes–Pinson i. m. 163.)

Čistovič írja, hogy a fonetikusok, amikor „kulcsokat” keresnek az azonosításhoz (a dinamikus spektrogram alapján), tulajdonképpen főként átmeneteket találnak. Sok esetben pedig egészen másoknak (is) fontos szerepük van, például a formánsátmenet irányának, időszerkezeti állandóknak (1980, 67).

Mik tehát azok a paraméterek, amelyekkel az akusztikai felismerési kulcsok vizsgálatában foglalkoznunk kell? Elsősorban a beszédjelet alapvetően meghatározó három paraméter: az idő, a frekvencia és az intenzitás, továbbá ezek kölcsönösen függő disztribúciói. A magyar beszédhangok felismerési kulcsának elemzésekor ezek közül egyet, a frekvenciát választottam ki, s ennek funkcióját vizsgáltam az összes többi paraméter lehetőség szerinti konstans jelenlétében. (A magánhangzóknál elemeztem az időtartam hatását is a percepcióra, itt ugyancsak elsődleges felismerési kulcs.) A frekvencia mint elsődleges vagy egyik elsődleges kulcs meghatározása a vizsgált beszédhangokra, lehetővé tette a gyakorlati felhasználás kidolgozását: kisgyermek hallásának és beszédmegértésének megítélését új eljárással.

A magánhangzók percepciója

A magánhangzókat jellemző akusztikai jel sajátosságai a következők: frekvenciaspektrum, formánsávszélesség, formánsintenzitás és időszerkezet. A legmegbízhatóbb eredmények mellett tanúskodnak, hogy döntően a spektrális eloszlás a meghatározó a magánhangzók percepciójában (Miller 1951, 63). Bármely magánhangzót az első két formánsa alapján fel lehet ismerni (Flanagan 1965, 212; Simons 1980, 29). Pontosabb az a meghatározás, amely a magánhangzók azonosítását a formánsok (egymáshoz viszonyított) relatív távolságában jelöli meg (Fry–Denes 1958, 43).

Az alaphangmagasság változása – a felismerés szempontjából – nem lényeges tényező (Miller 1951, 73–4). (Ennek az az akusztikai magyarázata, hogy az alaphangmagasság változása – normál férfi- és női hangot tekintve – nem befolyásolja lényegesen a frekvenciaszerkezetet.) Mégis ismertek olyan kísérleti eredmények, amelyek szerint a magánhangzók felismerésében fontos szerep jut az alaphangmagasságnak. Scheffers magánhangzókkal végzett megkülönböztetési feladatában a kísérleti személyek jól teljesítettek, ha azonos volt az alapfrekvencia, ha azonban különböző volt – a különbség fél hangnál kisebb – a válaszok elbizonytalanodtak (1979).

Fontos tényezője a magánhangzó-azonosításnak az időtartam; számos kísérlet ismert a kvalitás és a kvantitás viszonyáról a különböző nyelvekben (Cohen–t' Hart 1963; Onishi 1967; Ainsworth 1972; Scott 1976; Remington 1977; Scheffers 1979; stb.).

Magyar magánhangzók felismerésével kapcsolatosan Magdics végzett kísérleteket (Wodarz–Magdics 1970). A nyelvi anyagot 11 izoláltan és egyszavas mondatokban előforduló magánhangzó adta (nem vizsgálta az [i:, e:, u:] hangokat). Eredményei szerint a formánsfrekvenciának van a legnagyobb hatása a felismerésre (az intenzitás és az alaphangmagasság mellett). Ugyancsak az első két formánsban jelöli meg az elsődleges akusztikai kulcsot, de fontosnak tartja a második formáns intenzitását is.

A harmadik formáns, az intenzitás és az alaphangmagasság változása nehezen meghatározható, bizonytalan magánhangzókat eredményezett. Ezek tehát, úgy tűnik, másod- vagy még inkább harmadlagos felismerési kulcsok. Egyáltalán nem vizsgálta ugyanakkor az időtartam szerepét.

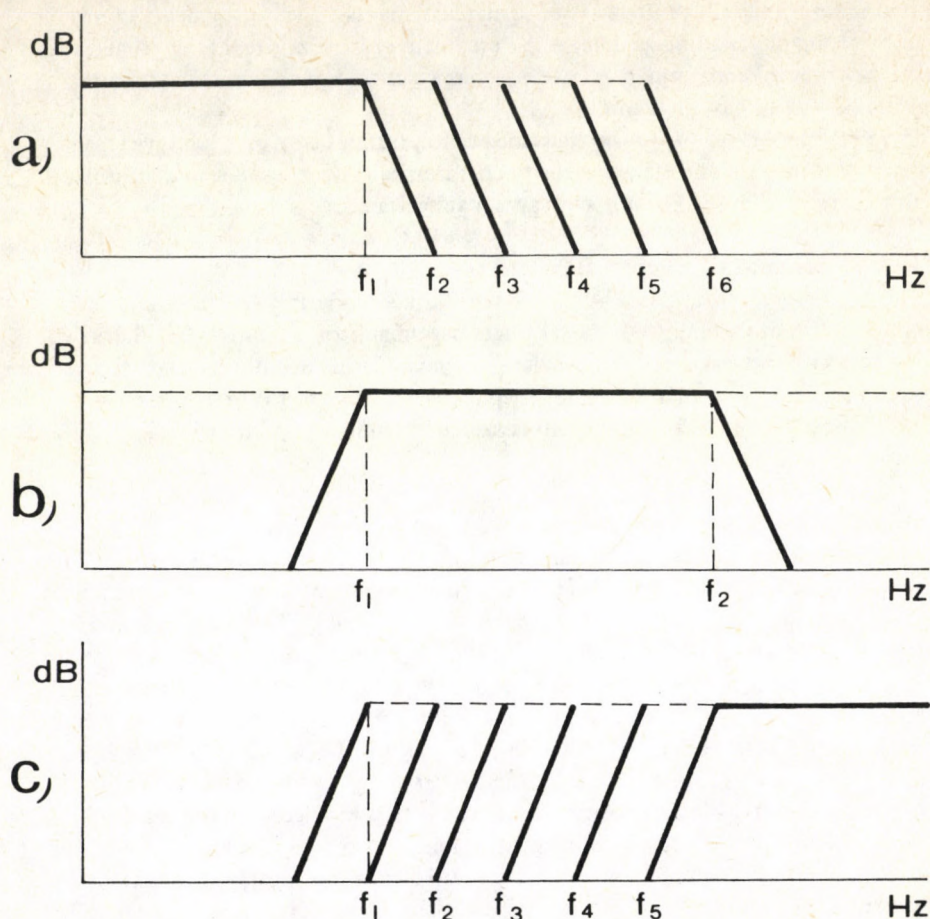
Két kísérletsorozatot terveztem meg és folytattam le az összes magyar magánhangzó percepcióis elemzéséhez: elsősorban a frekvenciaszerkezetet, másodsorban a frekvencia- és az időszerkezet összefüggését vizsgáltam.

A frekvenciaszerkezet szerepe a felismerésben

A kísérletsorozat célja annak vizsgálata, hogy a frekvenciaszerkezetben bekövetkező változás milyen hatással van a magánhangzók felismerésére, illetőleg hogy a frekvenciaszerkezet egyes részletei milyen információt hordoznak. Mi a magasabb indexszámú formánsok szerepe; ennek vizsgálata azért is indokolt, mivel a magánhangzók azonosításában betöltött szerepét nemigen tanulmányozták (vö. Fant 1973, 168).

Anyag és módszer

Természetes ejtésben, férfi bemondóval, izolált magánhangzókat rögzítettünk magnetofonszalagra. Az összes magyar magánhangzó normatív ejtésben, random sorrendben szerepelt: [ø, u:, a:, e, i, o, y:, ɔ, ɛ:, i:, ø:, y, o:, u]. Ezt a hanganyagot 36 dB/oktáv meredekségű F-J Electronics típusú frekvenciaszűrőn engedték át úgy, hogy: a) az első esetben alul áteresztő, b) a második esetben sáváteresztő és c) a harmadik esetben felül áteresztő szűrővel dolgoztunk, a műszer lehetőségeinek megfelelően a 270, 330, 390, 470, 560, 680, 820, 1000, 1200, 1500, 1800, 2200, 2700 és 3300 Hz-es levágási frekvenciákkal (4. ábra). Ez azt jelentette, hogy az első (a) esetben 270–1200 Hz-ig – minden frekvenciaértéken – a tizennégy magánhangzónak az adott érték alatt a komponensei maradtak meg, attól felfelé pedig 36 dB/oktáv volt a csillapítása. A második (b) esetben a sáváteresztő szűrő alsó frekvenciájának beállítását változtattuk 270 és 2200 Hz között, a felső levágási frekvenciát állandó értéken, 2700 Hz-en tartottuk. Így fokozatosan szűkülő sávon eresztettük át az egyes magánhangzókat: 270–2700 Hz, 330–2700 Hz, 390–2700 Hz, 470–2700 Hz stb. között. A harmadik (c) esetben 1000 Hz-től felfelé az adott értékektől magasabb frekvenciákon levő komponensek maradtak meg, például az 1000, az 1500 vagy a 2000 Hz-en felfelé. A szűrő levágási meredeksége itt is 36 dB/oktáv volt. Az alul áteresztő szűrő használatával így 9, a sáváteresztő szűrővel 22, a felül áteresztő szűrő használatával pedig 7 sorozatot kaptunk. Összesen 28x14 – módosított formánsszerkezetű – magánhangzót vizsgáltunk. Az eredeti és a szűrt magánhangzókról 700-as típusú hangspektrográffal hangszíneképeket (8 kHz-ig, széles sávú szűrővel, magas kiemeléssel) és amplitúdómetriákat (8 kHz-ig, keskeny sávú szűrővel, magas kiemeléssel) készítettünk (akusztikai adataikat ld. az 1. táblázatban). A 28 szűrt magánhangzó-sorozatot magnetofonszalagra rögzítettük és 10 fő 28–40 év közötti felnőttel (7 különböző alkalommal) lehallgattattuk. A nagyobb fokú szűrések következtében a magánhangzók specifikus intenzitása természetesen csökkent, ezért ezekben az esetekben a lejátszó magnetofont nagyobb hangerőre állítottuk. Egy kísérleten belül a hangerősséget



4. ábra A magánhangzók szűréséhez használt szűrőállások: alul áteresztő (a), sáváteresztő (b) és felül áteresztő (c). A csillapítás mértéke 36 dB/oktáv

azonban nem változtattuk. A válaszokból összesen $28 \times 14 \times 10$ adatot kaptunk, vagyis majdnem 4000-et. Ezeket PDP 11/34-es típusú számítógépre vittük és értékeltettük ki.

Eredmények

A kísérleti személyek válaszait – mindhárom szűrési mód esetében külön-külön – táblázatos formában összesítettük. A 2. táblázat az alul áteresztő szűrővel megszűrt, módosított frekvenciaszerkezetű magánhangzókra adott percepció válaszokat tartalmazza.

1. táblázat

Magánhangzó	Fizikai időtartam (ms)	F1	F2	F3 (Hz)
a:	430	750	1300	2900
ɔ	360	600	950	2800
o	240	450	850	2900
o:	420	440	800	2900
u	240	250	700	—
u:	420	250	600	—
ø	240	450	1600	2300
ø:	380	440	1800	2400
y	210	250	2000	2500
y:	420	250	2100	2600
i	200	220	2700	3400
i:	340	220	2700	3600
ɛ:	400	400	2400	3050
e	380	500	2000	2800

2. táblázat

Eredeti
magánhangzó270 Hz alatti összetevők alapján adott
percepció válaszok (%)

ɔ	50 u:	30 u	20 i				
a:	60 u:	20 y:	10 o:	10 ø:			
o	40 o	30 ø	20 ɛ:	10 e			
o:	40 o:	30 o	10 i				
u	50 u	20 u:	10 i				
u:	20 u:	10 o	10 u	10 y	10 i	10 i:	
y	40 y	40 i	10 y				
y:	20 a:	20 i	20 i:	10 y:	10 ø:		
i	40 u	30 y	10 i				
i:	30 i	30 i:	10 u	10 y	10 y:		
e	50 u:	30 u	10 y				
ɛ:	30 ø:	10 o	10 o:	10 i	10 i:	10 e	10 ɛ:
ø	70 u	20 o:					
ø	30 o:	20 ø:	10 a:	10 o	10 u:	10 ɛ:	

330 Hz alatti összetevők alapján
adott percepció válaszok (%)

ɔ	50 u:	20 ɔ	20 ø:	
a:	60 u:	20 y:	10 o:	10 ø:
o	50 o	40 ø:	10 o:	

330 Hz alatti összetevők alapján
adott percepció válaszok (%)

o:	50 φ	30 φ:	10 o	10 e:
u	60 u	20 y	10 i	10 φ
u:	50 u:	30 y:	20 φ:	
y	40 y	30 i	20 u	10 u:
y:	60 u:	20 o:	10 y:	10 φ:
i	50 y	40 u	10 i	
i:	40 u:	40 y:	10 i:	10 φ:
e	60 u:	20 o:	20 y:	
e:	40 u:	30 φ:	10 o:	10 y: 10 φ
φ	50 o	20 u	10 y:	10 φ
φ:	40 φ:	20 o:	10 o	10 e: 10 φ

390 Hz alatti összetevők alapján adott
percepció válaszok (%)

ɔ	70 ɔ	10 o:	10 e				
a:	40 o:	30 u:	20 u	10 o			
o	50 φ	30 e:	20 o				
o:	30 o:	30 φ:	20 e	20 e:			
u	40 u	30 i	10 φ				
u:	50 u:	30 φ	10 o	10 y:			
y	60 i	40 u					
y:	50 u:	30 i:	10 o:	10 y			
i	80 i	10 u	10 y				
i:	60 u:	10 y	10 y:	10 i	10 i:		
e	60 o:	10 ɔ	10 o	10 u	10 u:		
e:	40 e:	10 o:	10 u:	10 y:	10 i:	10 φ	10 φ:
φ	30 o	30 u	10 o:	10 φ	10 φ:		
φ:	50 e:	20 o:	20 φ:				

470 Hz alatti összetevők alapján adott
percepció válaszok (%)

ɔ	90 ɔ	10 o:				
a:	40 ɔ	40 o:	10 u	10 u:		
o	40 o	20 ɔ	20 e	10 y	10 φ	
o:	60 o	30 φ:	10 e:			
u	70 u	30 o				
u:	40 o:	20 u:	20 e:	10 φ:		
y	60 i	30 u	10 y			
y:	40 i:	30 u:	10 o:	10 y:	10 i	
i	40 u	40 i	20 y			
i:	70 u:	10 u	10 i	10 i:		
e	60 ɔ	30 o:	10 o			
e:	40 e:	20 o:	20 φ:	10 y:	10 φ	

470 Hz alatti összetevők alapján adott
percepció válaszok (%)

φ	40 o	30 ɔ	20 e	10 φ
φ:	60 o:	20 ɛ:	10 φ	10 φ:

560 Hz alatti összetevők alapján adott
percepció válaszok (%)

ɔ	90 ɔ	10 e			
a:	90 ɔ	10 a:			
o	50 o	40 φ	10		
o:	60 o:	30 φ:			
u	60 o	40 u			
u:	60 o:	10 o	10 u	10 u:	10 φ:
y	70 u	20 i	10 φ		
y:	60 u:	30 i:	10 u		
i	60 u:	30 i	10 i:		
i:	60 u:	20 i:	10 u	10 y:	
e	80 ɔ	10 a:	10 e		
ɛ:	70 o:	10 o	10 ɛ:	10 φ:	
φ	40 φ	30 o	20 φ:	10 o:	
φ:	70 o:	10 o	10 φ:		

680 Hz alatti összetevők alapján adott
percepció válaszok (%)

ɔ	90 ɔ	10 a:			
a:	100 ɔ				
o	70 o	20 o:	10 φ		
o:	100 o:				
u	60 u	40 o			
u:	70 o:	30 u:			
y	70 u	20 i	10 φ		
y:	70 u:	20 φ:	10 y:		
i	70 u	10 o:	10 y	10 i	
i:	70 u:	10 u	10 i:	10 φ:	
e	90 ɔ	10 e			
ɛ:	80 o:	10 o	10 φ:		
φ	60 φ	20 o	20 φ:		
φ:	80 o:	10 ɛ:	10 φ:		

820 Hz alatti összetevők alapján adott
percepció válaszok (%)

ɔ	100 ɔ			
a:	100 ɔ			
o	80 o	10 e	10 φ	
o:	90 o:	10 a:		

820 Hz alatti összetevők alapján adott
percepció válaszok (%)

u	70 u	20 o		
u:	80 o:	10 ɔ	10 u:	
y	60 u	20 i	10 y	
y:	30 o:	30 u:	20 y:	20 e:
i	50 u	20 o	20 i	10 u:
i:	50 u:	30 u	10 i	10 ɸ:
e	100 ɔ			
e:	90 o:	10 e:		
ɸ	50 o	20 ɸ	10 o:	10 ɸ:
ɸ:	50 o:	30 o	20 ɸ:	

1000 Hz alatti összetevők alapján adott
percepció válaszok (%)

ɔ	100 ɔ			
a:	80 ɔ	20 a:		
o	80 o	10 ɔ	10 o:	
o:	80 o:	10 a:	10 o	
u	90 u	10 o		
u:	80 o:	20 u:		
y	70 u	20 i	10 y	
y:	40 u:	20 o:	20 e:	10 y: 10 i:
i	80 u	10 i	10 e	
i:	60 u:	30 u	10 o:	
e	100 ɔ			
e:	90 o:	10 e:		
ɸ	50 o	20 ɸ	20 ɸ:	10 ɔ
ɸ:	90 o:	10 o		

1200 Hz alatti összetevők alapján adott
percepció válaszok (%)

ɔ	10 ɔ			
a:	80 a:	20 ɔ		
o	90 o	10 e		
o:	90 o:	10 ɔ		
u	60 u	40 o		
u:	60 o:	30 u:	10 o	
y	50 y	30 i	20 u	
y:	40 i:	30 y:	20 u:	10 e:
i	50 u	50 i		
i:	80 u:	20 u		
e	80 ɔ	20 e		
e:	80 o:	20 o		

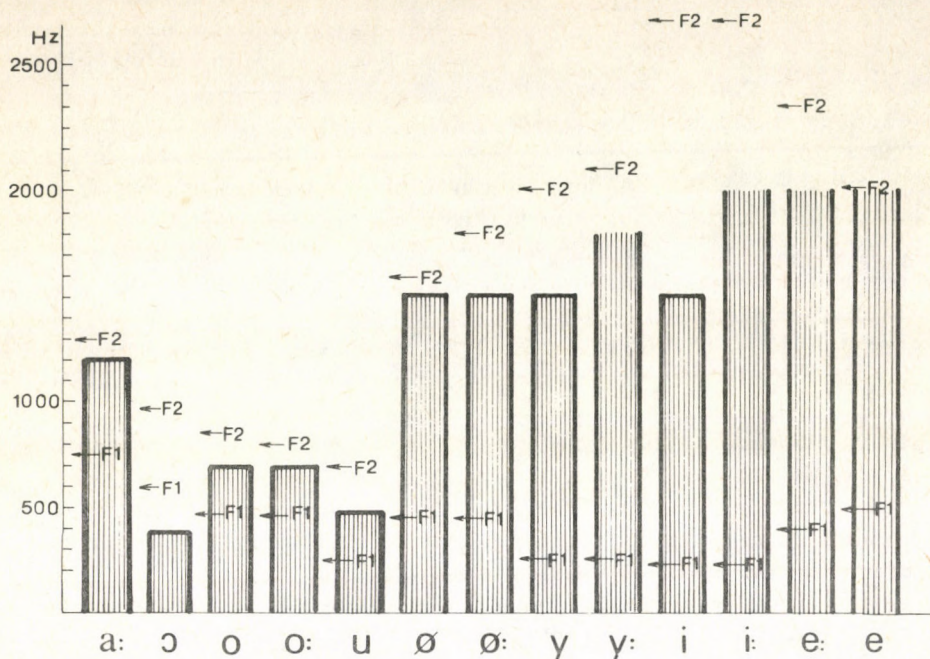
1200 Hz alatti összetevők alapján adott
percepció válaszok (%)

φ	50 φ	30 o	20 e
φ:	60 φ:	20 o:	20 e:

A 270 Hz-es alul áteresztő szűrés után a magánhangzókból csak az alapfrekvencia, valamint az első és a második felharmonikus (vagy annak egy része) maradt meg. A kísérleti személyek elsősorban hátul képzett, rövid vagy hosszú, felső nyelvállású magánhangzókat próbáltak felismerni. Megemlítendő, hogy – noha csak „nyomokban” –, de elkülönülnek elől és hátul képzettek; 30–40 %-ban azonosítanak palatális hangokat. (Mindössze 15%-ban nem azonosítottak beszédhangot.) Az alul áteresztő szűrő sávjának növelésével egyre több akusztikai információ jelenik meg az eredeti magánhangzóból. Ez – bizonyos esetekben – szinte nehezíti az egyértelmű felismerést. Gyakori például, hogy a nyelvileg rövid és hosszú magánhangzókat pontatlanul jelölik. Magyarázatra szorul, hogy a 390 és a 470 Hz alatti komponensek meglehetősen miért azonosítanak a kísérleti személyek jelentős százalékban palatális [i] hangokat (az eredeti [i] és [y]-re), illetőleg hogy a palatális hang felismerése miért szűnik meg az 560 Hz-es értéktől felfelé. 350 és 550 Hz között a palatális és veláris hangok közötti különbség nem szignifikáns: a kísérleti alanyok bizonytalanok – az artikulációra visszavezetve – a nyelvmozgás vízszintes irányának pontos megítélésében. A specifikus intenzitás csökkent volt az időtartam „becslését” is befolyásolja: a rövid, bizonytalan hangot valamiféle felső nyelvállású magánhangzónak ítélik. (Szerepet játszhat ebben az – a kísérletekben egyértelműen bizonyított tény –, hogy a felső nyelvállású, azaz az alacsony első formánssal rendelkező magánhangzók felismerése a legbizonytalanabb.)

Viszonylag kis akusztikai információ elegendő az [ɔ] felismeréséhez, már a 390 Hz alatti összetevők esetén 70%-os a helyes azonosítása, ez 80 Hz-cel több formánsmaradvány esetén 90%-osra nő. 780 Hz alatti összetevők jelenléte szükséges az [o, o:] hasonlóan jó felismeréséhez. Nagyjából ugyanezek az értékek biztosítják az [u]-értést is. (A kísérlet egészen végigvonult a hosszú [u:] problémája, amelyet az alanyok főként [o:]-nak azonosítottak.) Az [a:] felismerése 1200 Hz-ig rossz, itt viszont rögtön 80%-ban korrekt. A palatális magánhangzókat – a vártak megfelelően – bizonytalanul azonosítják, még az 1200 Hz-es szűrési értéknél sem érik el a 70%-os helyes arányt.

Az eredmények azt mutatják, hogy jóval a második formáns kimutatható megjelenése előtt a kísérleti személyek képesek az adott magánhangzó felismerésére. Adataim szerint annak a frekvenciaértéknek, ahol a felismerés jó arányban bekövetkezett, valamint az adott F2-értéknek a távolsága a frekvenciatengelyen jellemző a magánhangzóra (5. ábra). A mért adatok alapján legnagyobb a távolság a hátul képzettek közül az [ɔ] esetében (560 Hz), legkisebb az [a:]-nál (100 Hz); az elől képzetteknel még nagyobb távolság is akad (az [i:]nél 1200 Hz). Mindezek alapján feltételezem, hogy a magánhangzók első formánsa valamilyen formában tartalmazza a másodikat is, illetőleg hogy a jellemző formánsszerkezetnek az F1 és az F2 közé eső – gyengébb intenzitású – komponensei fontos szerepet játszanak a felismerésben. A regisztrátumokon láthatók a kis intenzitású frekvencia-összetevők, amelyeknek – az eredmények szerint – hangminőség-megkülönböztető szerepe lehet. Nyilvánvaló tehát, hogy az adott anyanyelvi beszédhangnak az agy-



5. ábra Alul áteresztő szűrővel torzított magánhangzók felismerése. A felül zárt téglalapok a 70%-os pontos azonosítást jelzik a megfelelő frekvenciaértéknél, a nyitott téglalapok az ennél gyengébb felismerést. F1 és F2 jelzi az egyes magánhangzók első és második formánsának frekvenciáját

ban „kódolt” képe (prototípusa, jele) nemcsak a felismerést éppen biztosító komponenseket tartalmazza, hanem a jellemző redundáns akusztikai részleteket is. A fonéma-döntés folyamata megegyezik a normál körülmények közöttivel; a hallási, az akusztikai, a fonetikai szint működése nem változik. A különbség az, hogy egyáltalán nem vagy alig marad a tárban (bármelyikről van is szó) feldolgozatlan információ, mivel az összes információ szükséges a jelelemzéshez.

b) A sáváteresztő szűrővel torzított hanganyagra kapott percepció adatokat a 3. táblázat tartalmazza.

3. táblázat

Eredeti
magánhangzó

A 270–2700 Hz közötti összetevők alapján adott
percepció válaszok (%)

ɔ	100	ɔ
a:	100	a:
o	100	o
o:	100	o:
u	60	u
	40	o

A 270–2700 Hz közötti összetevők alapján adott
percepciók válaszok (%)

u:	70 o:	30 u:	
y	100 y		
y:	100 y:		
i	100 i		
i:	70 i:	20 u:	10 i
e	100 e		
e:	100 e:		
ø	100 ø		
ø:	100 ø:		

330–2700 Hz közötti összetevők alapján adott
percepciók válaszok (%)

ɔ	100 ɔ		
a:	100 a:		
o	100 o		
o:	100 o:		
u	80 u	20 o	
u:	60 o:	40 u:	
y	100 y		
y:	100 y:		
i	100 i		
i:	100 i:		
e	100 e		
e:	100 e:		
ø	100 ø		
ø:	100 ø:		

390–2700 Hz közötti összetevők alapján adott
percepciók válaszok (%)

ɔ	100 ɔ		
a:	100 a:		
o	100 o		
o:	100 o:		
u	100 u		
u:	100 o:		
y	100 y		
y:	100 y:		
i	100 i		
i:	100 i:		
e	100 e		
e:	100 e:		
ø	100 ø		
ø:	100 ø:		

470–2700 Hz közötti összetevők alapján adott
percepció válaszok (%)

ɔ	100	ɔ
a:	100	a:
o	100	o
o:	100	o:
u	80	u 20 o
u:	100	o:
y	90	y 10 ø
y:	80	y: 20 ø:
i	90	i 10 e
i:	90	i: 10 e:
e	100	e
e:	100	e:
ø	100	ø
ø:	100	ø:

560–2700 Hz közötti összetevők alapján adott
percepció válaszok (%)

ɔ	100	ɔ
a:	100	a:
o	100	o
o:	100	o:
u	60	u 40 o
u:	60	u: 20 o: 20 u:
y	50	y 50 ø
y:	60	y: 30 y: 10 y
i	90	i 10 e
i:	90	i: 10 e:
e	100	e
e:	100	e:
ø	100	ø
ø:	100	ø:

680–2700 Hz közötti összetevők alapján adott
percepció válaszok (%)

ɔ	100	ɔ
a:	100	a:
o	90	o 10 o:
o:	90	o: 10 o
u	70	u 30 o

680–2700 Hz közötti összetevők alapján adott
percepció válaszok (%)

u:	70 ɔ	30 u:	
y	80 y	20 φ	
y:	50 y:	30 y	20 φ:
i	90 i	10 e:	
i:	80 i:	10 i	10 e:
e	100 e		
e:	100 e:		
φ	100 φ		
φ:	80 φ:	20 φ	

820–2700 Hz közötti összetevők alapján adott
percepció válaszok (%)

ɔ	100 ɔ		
a:	100 a:		
o	50 o	50 ɔ	
o:	70 o:	30 ɔ	
u	40 ɔ	40 u	20 o
u:	100 ɔ		
y	100 y		
y:	80 y:	20 φ:	
i	80 i	20 i:	
i:	90 i:	10 i	
e	100 e		
e:	90 e:	10 i:	
φ	90 φ	10 e	
φ:	60 φ:	40 φ	

1000–2700 Hz közötti összetevők alapján adott
percepció válaszok (%)

ɔ	100 ɔ		
a:	100 a:		
o	70 o	30 ɔ	
o:	70 o:	20 ɔ	10 o
u	40 u	40 o	10 u:
u:	70 ɔ	20 u:	10 o:
y	100 y		
y:	90 y:	10 φ:	
i	80 i	20 i:	
i:	100 i:		
e	100 e		
e:	100 e:		
φ	100 φ		
φ:	90 φ:	10 φ	

1200–2700 Hz közötti összetevők alapján adott
percepció válaszok (%)

ɔ	100 ɔ				
a:	100 a:				
o	90 o	10 o:			
o:	90 o:	10 ɔ			
u	50 u	20 u:	10 o		
u:	60 u:	20 u	10 ɔ	10 o:	
y	90 y	10 y:			
y:	80 y:	10 y	10 ɸ:		
i	80 i	20 i:			
i:	90 i:	10 i			
e	100 e				
e:	100 e:				
ɸ	100 ɸ				
ɸ:	90 ɸ:	10 ɸ			

1800–2700 Hz közötti összetevők alapján adott
percepció válaszok (%)

ɔ	90 ɔ	10 a:					
a:	90 a:	10 e					
o	30 o	30 u	10 o:	10 i	10 e:	10 ɸ	
o:	70 u:	10 o:	10 u	10 i:			
u	40 u	20 i					
u:	40 u	40 i:	10 a:	10 u:			
y	100 y						
y:	70 y:	20 y	10 ɸ:				
i	80 i	20 e:					
i:	90 i:	10 i					
e	60 e	20 ɸ:	10 y:	10 i			
e:	80 e:	20 i:					
ɸ	90 ɸ	10 y					
ɸ:	90 ɸ:	10 ɸ					

2200–2700 Hz közötti összetevők alapján adott
percepció válaszok (%)

ɔ	100 ɔ			
a:	100 a:			
o	70 o	10 ɔ	10 o:	10 u
o:	70 o:			
u	50 u	10 i:		
u:	20 i:			
y	90 y	10 y:		
y:	70 y:	20 ɸ:	10 y	
i	100 i			

2200–2700 Hz közötti összetevők alapján
adott percepciók válaszok (%)

i:	90 i:	10 u:
e	60 e	20 y:
ɛ:	100 ɛ:	
ø	100 ø:	
φ:	90 φ:	10 φ

A táblázatban közölt adatok azt mutatják, hogy a magánhangzók nagyobb részének felismerése e sávon belül végig pontos. Ez megegyezik azzal az eredménnyel, amely szerint – noha a kísérleti módszer bizonyos fokig eltérő volt – az akusztikai jel (a burkológörbe) közepe elegendő információt tartalmaz a felismeréshez (Miller 1951, 72–3); megjegyzendő, hogy itt folyamatos beszédet vizsgáltak. Néhány adatra érdemes részletesebben is kitérni.

Az [o,o:] és [u] azonosítása a 820–2700 Hz-es tartománytól kezdve bizonytalanodik el. Ugyanakkor 1200 és 2700 Hz között átengedve a jelet, az [o]-t 90%-ban, az [o:]-t ugyancsak, az [u]-t 70, az [u:]-t pedig 80%-ban azonosítják helyesen. Ez azért feltűnő, hiszen ezeknek a hangoknak az első formánsa jóval a megadott alsó érték alatt helyezkedik el. Ez ismét azt a megállapítást támasztja alá, hogy a frekvenciaeloszlás végig jellemző a beszédhangra, valamint hogy a felsőbb frekvenciákon levő formánsok, hasonlóan az F1- és F2-höz biztosítják a korrekt felismerést. Más magánhangzók esetében is tapasztalható ez a „funkcióátvétel”: az F2 és F3 veszi át az F1 és az F2 szerepét, például az [e:i] esetében, ahol mindkét első formáns az 1000 Hz-es érték alatti. A 2200–2700 Hz-es, 500 Hz szélességű sávban az elől képzett magánhangzók azonosítása pontos, valamennyinek a második formánsa 2000 Hz fölé esik, vagy erősen megközelíti ezt az értéket. Az F3 fontos szerepét mutatja az [e] – a többihez képest kissé gyengébb – 70%-os azonosítása. Itt ugyanis – a többihez viszonyítva – a 2800 Hz táján levő harmadik formáns kissé gyengébb intenzitású.

Ha a magánhangzót jellemző első két formánsból csak az egyik áll rendelkezésünkre, s így kell a hangot azonosítanunk, akkor az adott nyelvre jellemző hangrealizációktól függően egy vagy több magánhangzót fogunk felismerni (vö. meghatározott frekvenciájú szinuszhangok beszédhangként történt azonosításáról: Fant 1973, 182). Például, ha az akusztikai szerkezetben egyetlen 400 Hz-es formáns van, akkor azt nagy valószínűséggel [o]-nak, [ø]-nek, esetleg [ɛ:]-nek fogjuk itélni; illetőleg ha csak 2300 Hz táján van összetevő, akkor az nagy valószínűséggel az [i] vagy az [ɛ:] benyomását fogja kelteni. Az a tény tehát, hogy a szűrőzései kísérletben a résztvevők pontosan felismerték és megkülönböztették az [i:]-t az [ɛ:]-től ott, ahol gyakorlatilag hiányoztak az első formánsok – ugyancsak ahhoz a következtetéshez vezet, hogy az F2 és a fölötte levő formánsok, illetőleg ezek viszonya éppen olyan jellemző a magánhangzóra, mint az F1 és F2 helye, illetőleg viszonya. A második és a harmadik formánsoknak a felismerésre gyakorolt hatását mutatja, hogy például hozzájárultak az [u] és az [y] megkülönböztetéséhez (Fant 1973, 168). Az első két formáns jelenlétében a magasabb indexszámú formánsok mint redundáns elemek vannak jelen, az F3 frekvenciájának változtatása gyakorlatilag nincs hatással a fonémadöntésre. A második és a harmadik formánsok

szerepét vizsgálta Fujimura a három felső nyelvvállású svéd magánhangzó, az [i, y, ʏ] felismerésére vonatkozólag (1967). A szintetizált magánhangzókkal végzett kísérlet eredménye szerint az F2, illetve az F3 (konstans F1, F4 és F5 esetén) biztosítja a hang korrekt azonosítását, de nem függetlenül a formánsfrekvenciáktól, illetőleg a formánsok távolságától.

c) A harmadik kísérletsorozatban 1000 Hz-től felfelé szűrtük a magánhangzókat úgy, hogy az adott értékek fölötti teljes frekvenciatartomány megmaradt. A tesztelés adatait a 4. táblázat tartalmazza.

4. táblázat

Eredeti
magánhangzó

1000 Hz fölötti összetevők alapján adott
percepció válaszok (%)

ɔ	100 ɔ				
a:	100 a:				
o	90 ɔ	10 o			
o:	90 ɔ	10 o:			
u	100 ɔ				
u:	100 ɔ				
y	100 y				
y:	50 y:	30 ɸ:	10 y	10 ɸ	
i	90 i	10 ɛ:			
i:	80 i:	20 i			
e	100 e				
ɛ:	100 ɛ:				
ɸ	100 ɸ				
ɸ	90 ɸ:	10 ɸ:			

1200 Hz fölötti összetevők alapján adott
percepció válaszok (%)

ɔ	100 ɔ				
a:	100 a:				
o	100 ɔ				
o:	80 ɔ	20 o:			
u	70 ɔ	20 u	10 o		
u:	80 ɔ	10 u	10 i:		
y	90 y	10 ɸ			
y:	60 y:	20 y	20 ɸ:		
i	100 i				
i:	70 i:	30 i:			
e	100 e				
ɛ:	90 ɛ:	10 i:			
ɸ	90 ɸ	10 y			
ɸ:	90 ɸ:	10 y:			

1500 Hz fölötti összetevők alapján adott
percepció válaszok (%)

ɔ	100 ɔ				
a:	100 a:				
o	50 ɔ	20 i:	10 u	10 i	10 φ
o:	40 i:	30 u:	20 o:	10 ɔ	
u	60 i	30 u	10 ɔ		
u:	90 i:	10 ɔ			
y	80 y	20 φ			
y:	50 y:	40 φ:	10 y		
i	60 i	40 e:			
i:	70 i:	20 i	10 e:		
e	90 e	10 φ			
e:	50 e:	40 e	10 i:		
φ	70 φ	30 φ:			
φ:	90 φ:	10 φ			

1800 Hz fölötti összetevők alapján adott
percepció válaszok (%)

ɔ	90 ɔ	10 e:			
a:	90 a:	10 φ:			
o	60 i	20 i:	10 ɔ	10 φ:	
o:	60 i:	10 ɔ	10 u:	10 i	10 e:
u	70 i	20 u	10 i:		
u:	100 i:				
y	70 y	20 φ	10 i:		
y:	50 y:	30 φ:	10 ɔ	10 u:	
i	80 i	20 e:			
i:	70 i:	10 i	10 e:	10 φ:	
e	90 e	10 φ:			
e:	60 e:	30 e	10 i:		
φ	90 φ	10 φ:			
φ:	80 φ:	10 y	10 φ		

2200 Hz fölötti összetevők alapján adott
percepció válaszok (%)

ɔ	60 ɔ	20 e	20 e:
a:	60 φ:	20 a:	20 φ
o	60 i	40 i:	
o:	100 i:		
u	100 i		
u:	100 i:		
y	100 y		
y:	100 y:		
i	70 i	30 i:	

2200 Hz fölötti összetevők alapján adott
percepció válaszok (%)

i:	90 i:	10 i	
e	40 e	40 φ:	20 y:
ē:	90 ē:	10 i:	
φ	50 y	50 φ	
φ:	60 φ:	40 y:	

2700 Hz fölötti összetevők alapján adott
percepció válaszok (%)

ɔ	40 ɔ	20 i	20 i:	
a:	90 φ:	10 a:		
o	90 i	10 i:		
o:	100 i:			
u	100 i			
u:	100 i:			
y	100 y			
y:	90 y:	10 φ:		
i	100 i			
i:	90 i:	10 i		
e	30 y	30 y:	30 φ:	10 e
ē:	80 ē:	20 i:		
φ	40 y	20 i		
φ:	50 y:	50 φ:		

3300 Hz fölötti összetevők alapján adott
percepció válaszok (%)

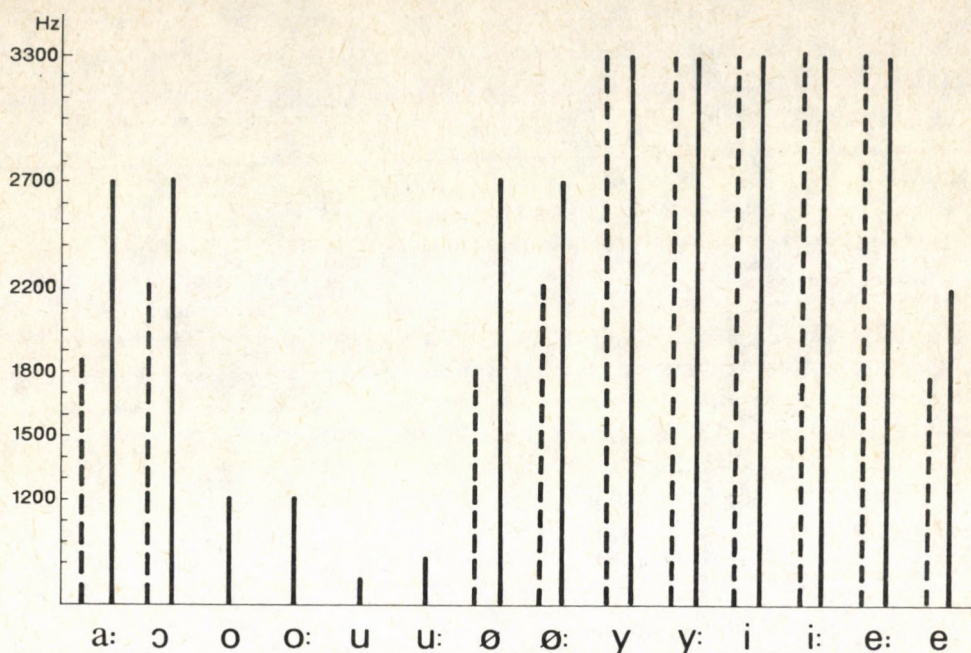
ɔ	50 ē:	40 i:		
a:	60 ē:	30 i:	10 φ:	
o	80 i	20 i:		
o:	100 i:			
u	90 i	10 i:		
u:	90 i:	10 o:		
y	100 y			
y:	80 y:	20 y		
i	80 i	20 i:		
i:	90 i:	10 i		
e	50 φ:	20 y:	10 y	10 ē: 10 φ
ē:	90 ē:	10 i:		
φ	60 i	30 y	10 φ	
φ:	60 y:	40 φ:		

A táblázatosan összefoglalt percepció eredmények azt mutatják, hogy több magánhangzónk korrekt felismerése ilyen nagyfokú torzítás mellett is biztosított. Várhatóan a magas frekvenciájú F2-t tartalmazó hangok ezek: az [i.i.:y.y:]. Mind a négy be-

szédhang az F2 fölött, a 3000–5000 Hz-es tartományban további közepes intenzitású komponenseket tartalmaz. Az eddigi eredmények meggyőztek arról, hogy ezek a magasfrekvenciás összetevők és egymás közti viszonyaik teszik lehetővé a biztos felismerést. Felvetődik azonban az, hogy miképpen lehetséges a labiális/illabiális megkülönböztetés ennél a – percepció szempontjából – nagymértékben „károsodott” formánsszerkezetnél. A regisztrátumok azt mutatják, hogy a labialitásra, illetve az illabialitásra vonatkozó akusztikai információt a r é s z ö s s z e t e v ő k i n t e n z i t á s a biztosítja. (Teljes formánsszerkezet esetén Magdics az F2 frekvenciájának változásában jelöli meg az ajakműködésnek megfelelő akusztikai következményt; 1965.) Ismeretes, hogy az illabiális magánhangzók intenzívebbek, mint a labiálisok (Fónagy 1966, 231–244) – fizikai sajátágukból ez azért adódik így, mivel a labiálisok második formánusa valamivel alacsonyabb frekvenciájú, mint az illabiálisoké, tehát az F1 és az F2 közel kerül egymáshoz, és mindkettő relatíve alacsonyan van (vö. például Bolla 1978); valamint azért is, mert az ajakkerekítéseknél nagyobb felületű az a nyílás (ajkak), ahol a levegő kitér. A kísérletben felhasznált magánhangzók hangszínképén ugyanakkor jól látható, hogy az illabiálisok magasabb indexszámú – főként az F2 – formánsainak relatíve nagyobb az intenzitása a labiálisokéhoz képest. Az F1-et tekintve a labiális magánhangzóké az intenzívebb az illabiálisokkal szemben. Mindegyiknél az F2 intenzitása nagyobb, mint az első formánsé, tehát a hang specifikus intenzitásának kialakításában az F2-nek van nagyobb szerepe.

Az alsó nyelvállású [ɛ] és a középső nyelvállású [ø, ø:] k felismerése a 2200 Hz-es szűréstől bizonytalanodik el, az illabiális [ɛ:] é azonban végig korrekt. Ugyancsak a 2200 Hz-es értéktől nem ismerhető fel jól a hátul képzett [ɔ, a:] sem. 1000 Hz-től kezdve gyengül a többi veláris magánhangzó azonosíthatósága. Amilyen mértékben torzul a formánsszerkezet, s többé-kevésbé bizonytalanodik a felismerés, jól megfigyelhető az időtartam megítélésének arányosan növekvő bizonytalansága. A nyelvileg rövid és hosszú hangok cserélődnek egymással a percepcióban, ami azt mutatja, hogy valamilyen hangminőség nagyjából egyöntetű megítélését a frekvenciaösszetevők lehetővé teszik, de a megfelelő időtartam kiválasztásához ez már nem elegendő.

E c) kísérlet adatait összevetettem a b) eredményeivel. Arra kerestem választ, hogy vajon az ugyanazon értéktől, de nem ugyanazon sávban megszűrt hangok percepciójában tapasztalható-e különbség. Feltevésem az volt, hogy eltérés esetén azok a magánhangzók azonosíthatók jobban, ahol a szűrés értéktől felfelé megmaradt a frekvenciatartomány. Az adataim azonban n e m ezt erősítették meg. Több magánhangzó esetében ugyan alig tapasztaltam a percepcióban különbséget (20%); de kevés kivétellel mindig ott kaptam pontosabb válaszokat, ahol 2700 Hz fölött n e m v o l t a h a n g b a n ö s s z e t e v ő. Néhány esetben [ɔ, a:, y:, i, ø] csak egy-egy sorozatban jelentkezett lényegesebb eltérés. A korrekt válaszok javára 40–50%-nyi az eltérés. Több sorozatban jelentős volt a különbség az [o, o:, u, u:]-knál; a rosszabb azonosítás itt is a teljesebb szerkezet megléte esetén mutatkozott. Például amíg az 1000 és 2700 Hz között megmaradó összetevők esetén a kísérleti személyek 70%-ban felismerik az [o, o:] -kat, addig az 1000 Hz fölött meglevő teljes formánsszerkezet esetében 90%-ban [ɔ] -t hallanak. Hasonlóan az 1200 és 2700 Hz közötti sávban 70%-os az [u] felismerése, ugyanakkor az 1200 Hz fölötti valamennyi komponens jelenlétében csupán 20%-os (6. ábra). A lehetséges magyarázatot a következőkben látom. A magánhangzókat alko-



6. ábra A sáváteresztő (folyamatos vonal) és a felül áteresztő (szaggatott vonal) alkalmazásával kapott magánhangzók percepció eredményei (a 60%-on felüli pontos azonosítás figyelembevételével)

tó összetevők intenzitása adja a hang specifikus intenzitását. Az egyes komponensek észlelése azonban nemcsak a konkrét intenzitásértékektől, hanem (a frekvenciaértéken túl) az elfedési jelenségektől is függ. Tudjuk, hogy az elfedés jelensége az, hogy egy erősebb hang jelenléte megnehezíti vagy lehetetlenné teszi egy gyengébb hang észlelését. Az elfedő hang a gyengébb (elfedett) hangra nézve az elfedés idejére hallásveszteséget okoz (Halm 1963, 83; Pauka 1980, 96–102; Tarnóczy 1984, 130–7; stb.). (Az elfedés valószínűleg a hallóideghez tartozó jelenség.) A formánsszerkezet megváltozásával egyidejűleg számolnunk kell olyan elfedési jelenségekkel, amelyek korábban – a hang teljes formánsszerkezetének észlelésekor – gyakorlatilag nem jelentkeztek. Minderre persze csak a percepció adatokból következtethetünk vissza; de magyarázója lehet annak, hogy a több akusztikai komponens nemhogy megkönnyíti, hanem ellenkezőleg: nehezíti a felismerést. A magasabb frekvenciák „járulékos” összetevői – a domináns, a felismerést egyértelműen biztosító komponensek hiányában – olyan konfigurációt hoznak létre, amelyek mint „neurális spektrográfia” ismeretlenek a kísérleti személyek számára. (Mindez valószínűleg nem független a frekvenciasáv konkrét értékeitől, valamint a magánhangzóra jellemző formánsképtől.)

Frekvencia- és időtartam-változás összefüggése a magánhangzók azonosításában

Említettük, hogy a magánhangzók percepciójában a frekvencia mellett szimul-

tán elsődleges kulcs az időtartam is. Japán magánhangzók azonosításakor ugyanolyan spektrális eloszlású hangokat – időtartamuktól függően – eltérő hangminőségekként ismertek fel (Onishi 1967, 714–5). Mint már utaltunk rá, hasonló eredménnyel zártak más nyelvek magánhangzóival folytatott ilyen jellegű kísérletek.

Magyar magánhangzókkal végzett kísérletem célja az volt, hogy konkrét értékekkel határozzam meg a minőség és kvantitás összefüggését valamennyi magánhangzó percepciójában.

Anyag és módszer

Az első és a második formáns frekvenciájának változtatásával – és az idő faktor figyelembevételével – vizsgáltam a magánhangzók felismerését. Szintetizált magánhangzókat állítottam elő OVE III szintetizátorral és PDP 11/34-es típusú számítógéppel. Az F1 és az F2 értékeit a szintetizátor lehetőségeinek megfelelően változtattam lépésenként (5. táblázat). A magánhangzók időtartama a hátul képzettekénél: 100,

5. táblázat

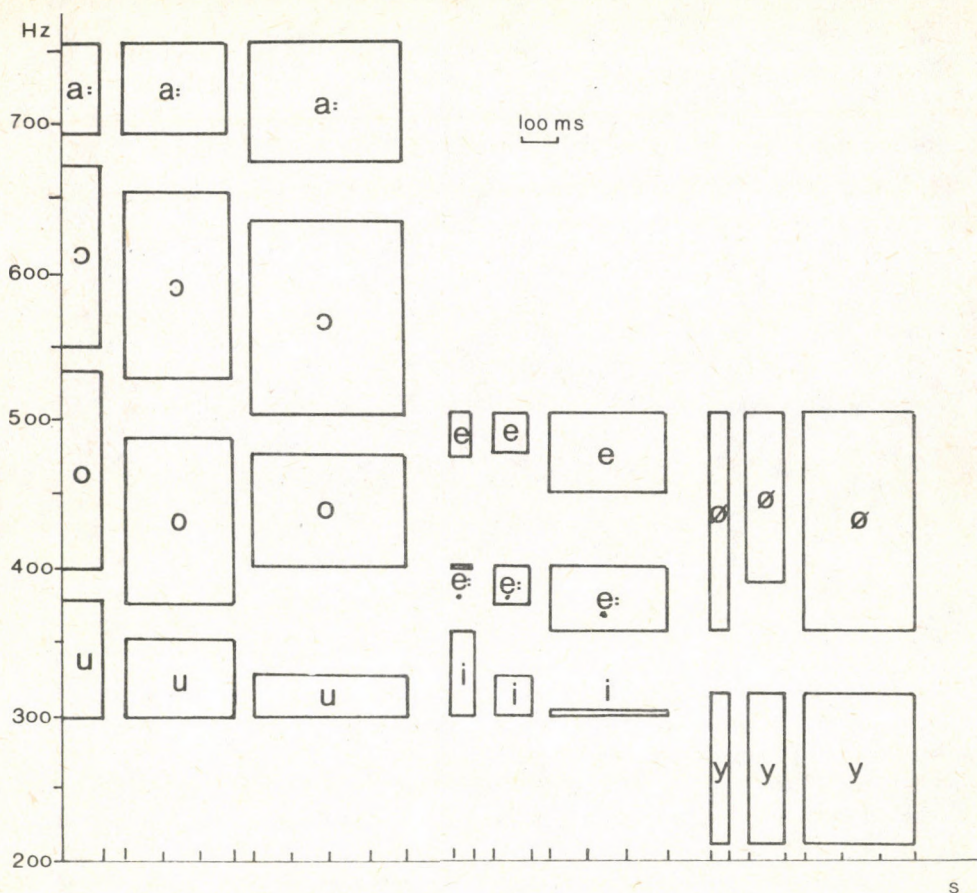
Sor- szám	Szintetizált magánhangzók formánsszerkezete							
	F1	F2	F1	F2	F1	F2	F1	F2 (Hz)
1.	300	700	14.	599	1000	27.	389	1600
2.	327	734	15.	635	1037	28.	436	1554
3.	356	755	16.	654	1069	29.	490	1510
4.	378	777	17.	673	1099	30.	550	1467
5.	400	800	18.	692	1131	31.	300	2329
6.	424	823	19.	713	1165	32.	327	2329
7.	449	848	20.	734	1234	33.	356	2329
8.	476	872	21.	755	1300	34.	378	2264
9.	490	898	22.	206	1849	35.	400	2198
10.	504	924	23.	238	1796	36.	424	2136
11.	534	951	24.	275	1745	37.	449	2175
12.	550	979	25.	317	1695	38.	476	2016
13.	582	1000	26.	356	1647	39.	504	1958

200, 300 és 400 ms, az elől képzettekénél 50, 100, 200 és 300 ms volt. Három hangszetelből szintetizáltam minden hangot, ennek megfelelően az intenzitásstruktúrájuk a következőképpen alakult (törtvonalak jelzik a hangszeteket): /0–10/10/12–2/ dB a hátul és /0–10/10–14/12–2/ dB az elől képzettekénél. Az alaphangmagasságot állandó értéken, 116 Hz-en tartottam; változatlan volt az F3 és az F4 értéke is: 1800 és 3500, illetve 2800 és 3500 Hz.

Az összes (156 db) magánhangzót négy különböző alkalommal (2 hetes eltérésekkel) 30 kísérleti személlyel hallgattattam le (főiskolai hallgatókkal). Feladatuk az elhangzott magánhangzó betűjelének rögzítése volt.

Eredmények

A kísérleti személyek percepció-s válaszait a hátul képzett magánhangzókra a 6., az elől képzettekre a 7. táblázat tartalmazza. Mind az elől, mind a hátul képzett magánhangzók-nál 300 ms-os értéknél fordulnak elő nagyobb arányban a nyelvileg hosszú magánhangzó-felismerések. Az [i, i:] hangpárnál a legbizonytalanabb a hosszú magánhangzó jelölése. Mindössze egyetlen formánsstruktúra esetén, 300 ms fizikai időtartam-nál azonosítanak 60%-ban hosszú [i:] -t, hasonló az eredmény az [u, u:] -nál is. Ez az adat mutatja, hogy a magyarban viszonylag kevés minimális szó-pár található, amelyek az [i] ~ [i:], illetve az [u] ~ [u:] magánhangzókban különböznek (pl. *irat* ~ *írat*). Az adatok alátámasztják a szakirodalomban olvasottakat: az első két formáns mara-déktalanul meghatározza a magánhangzót, a konstans F3 és F4 a percepcióban semle-gesnek mutatkozik. A frekvencia- és időszerkezeti adatok sajátosan függnék össze: a konkrét értékektől függően az időtartam mint szimultán elsődleges és mint másodlagos



7. ábra Az első formáns frekvenciájának és az időtartamnak az összefüggése a magánhangzók felismerésében

6. táblázat

Magán- hangzó F1-e (Hz)	Az azonosított magánhangzók															
	100 ms				200 ms				300 ms				400 ms			
	u/u:	o/o:	ɔ	a:	u/u:	o/o:	ɔ	a:	u/u:	o/o:	ɔ	a:	u/u:	o/o:	ɔ	a:
300	100/	–	–	–	100/	–	–	–	94/6	–	–	–	40/60	–	–	–
327	83/	17/	–	–	94/	3/3	–	–	86/7	7/	–	–	20/43	14/23	–	–
357	86/	13/	–	–	83/	17/	–	–	66/6	22/6	–	–	23/37	10/30	–	–
378	86/	13/	–	–	47/	50/3	–	–	34/3	50/13	–	–	33/27	10/30	–	–
400	33/	67/	–	–	3/	97/	–	–	/3	83/14	–	–	17/17	26/40	–	–
424	6/	94/	–	–	–	100/	–	–	–	90/10	–	–	10/	33/57	–	–
449	–	100/	–	–	–	76/	24	–	–	86/14	–	–	–	30/33	37	–
476	–	100/	–	–	–	73/	27	–	–	80/14	6	–	–	40/30	30	–
490	–	100/	–	–	–	80/	20	–	–	66/6	28	–	–	40/16	44	–
504	–	76/	24	–	–	40/	60	–	–	47/3	47	3	–	3/21	76	–
534	–	63/	37	–	–	27/	73	–	–	10/3	84	3	–	3/7	80	10
550	–	24/	76	–	–	–	100	–	–	–	100	–	–	/3	90	7
582	–	–	100	–	–	–	100	–	–	–	100	–	–	–	90	10
599	–	–	100	–	–	–	100	–	–	–	100	–	–	–	90	10
635	–	–	94	6	–	–	92	8	–	–	83	17	–	–	80	20
654	–	–	80	20	–	–	73	27	–	–	73	27	–	–	43	57
673	–	–	57	43	–	–	47	53	–	–	47	53	–	–	20	80
692	–	–	6	94	–	–	–	100	–	–	10	90	–	–	6	94
713	–	–	–	100	–	–	–	100	–	–	–	100	–	–	–	100
734	–	–	–	100	–	–	–	100	–	–	–	100	–	–	–	100
755	–	–	–	100	–	–	–	100	–	–	–	100	–	–	–	100

7. táblázat

Magán- hangzó F1-e (Hz)	Az azonosított magánhangzók														
	50 ms					100 ms					200 ms				
	i/e	y/y:	ø/ø:	i/e	y/y:	ɛ	ø/ø:	i/e	y/y:	ɛ	ø/ø:	i/e	y/y:	ø/ø	ɛ
206	3/23	—	—	—	100/	—	—	—	53/47	—	—	—	27/73	—	—
238	3/17	—	—	—	100/	—	—	—	53/47	—	—	—	23/77	—	—
275	120	—	—	—	100/	—	—	—	53/47	—	—	—	10/87	13	—
317	—	—	—	—	93/	—	7/	—	47/27	—	3/23	—	17/30	150	—
356	—	—	—	—	30/	—	67/	—	7/	—	30/63	—	13	3/93	—
389	—	—	—	—	—	—	100/	—	—	—	40/60	—	—	20/80	—
436	—	—	—	—	—	—	100/	—	—	—	53/47	—	—	30/70	—
490	—	—	—	—	—	13	87/	—	—	13	57/30	—	—	40/47	13
550	—	—	—	—	—	13	87/	—	—	20	57/23	—	—	30/47	23

Magán- hangzó F1-e (Hz)												
	50 ms			100 ms			200 ms			300 ms		
	i/i:	e/ɛ:	ɛ/ø	i/i:	e/ɛ:	ɛ/ø	i/i:	e/ɛ:	ɛ/ø	i/ɛ	e/ɛ:	ɛ/ø
300	100/	—	—	100/	—	—	83/10	7/	—	40/60	—	—
327	100/	—	—	93/	7/	—	50/10	27/13	—	23/40	10/27	—
356	83/	10/7	—	53/	30/13	3/	20/3	47/30	—	7/20	27/47	—
378	43/	37/17	3/	17/	53/17	13/	3/3	60/23	10/	3/3	43/50	—
400	10/	57/17	17/	10/	53/13	23/	—	60/17	23/	—	47/33	20/
424	—	50/10	40/	—	50/10	40/	—	37/7	53/	—	37/20	43/
449	—	43/10	47/	—	30/7	63/	—	23/7	70/	—	23/10	67/
476	—	23/3	73/	—	13/3	77/7	—	10/3	80/7	—	—	97/3
504	—	17/	73/10	—	13/	70/17	—	7/	80/13	—	—	90/10

kulcs egyaránt jelentkezik. Ez azt jelenti, hogy ugyanazon frekvenciaadatok a fonémakategóriák határait másképpen jelölik ki az időtartamtól függően – ekkor az időtartam szimultán elsődleges kulcs (vö. 7. ábra). A magyar magánhangzók legjellemzőbb formánsadatain belül azonban az időtartam nem játszik ilyen szerepet: ekkor másodlagos felismerési kulcs. Jelentős eltérést tekintetben 100 és 200, valamint 300 és 400 ms fizikai időtartam esetén tapasztaltam; a 200 és 300 ms-os magánhangzók percepciójában minimális volt a különbség. Hasonló kísérlet-sorozataiban közel ugyanilyen eredményekre jutott angol magánhangzók tesztelésével Ainsworth (1972). Következtetése szerint az időtartam hatással van a magánhangzók felismerésére, különösen azokban a határesetekben, ahol csupán az F1- és F2-értékek alapján történő döntéssel a magánhangzók nem azonosíthatók egyértelműen (651). Az időtartam mint felismerési kulcs funkcióváltozásait, illetőleg az azonosított magánhangzónak megfelelő frekvenciatartományokat a 8. és 9. táblázat tartalmazza. (A táblázatokat a 70%-on felüli egyöntetű döntések alapján állítottam össze, tekintet nélkül a nyelvtileg rövid és hosszú magánhangzókra.)

8. táblázat

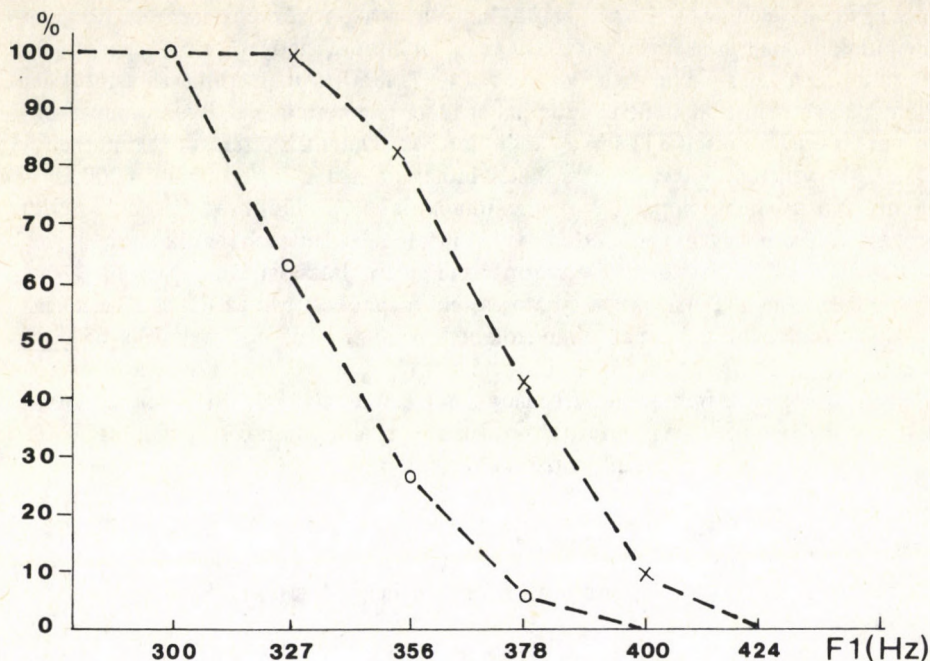
Időtar- tam (ms)	Azonosított magánhangzók értékei (Hz)			
	u/u:	o/o:	ɔ	a:
100	300–378	400–534	550–673	692–755
200	300–356	400–490	530–654	692–755
300	300–356	378–490	530–654	692–755
400	300–327	400–476	504–635	673–755

9. táblázat

Időtar- tam (ms)	Azonosított magánhangzók értékei (Hz)				
	i/i:	ɛ:	e	ø/ø:	y/y:
50	300–356	400	476–504	356–550	206–317
100	300–327	378–400	476–504	389–550	206–317
200	300	356–400	450–504	356–550	206–317
300	300	356–400	450–504	356–550	206–275

A magánhangzó időtartamának növekedésével az egyes fonémakategóriákban realizált magánhangzók első formánsának frekvenciasávja szűkül. Az [u]-ra kapott adatoknál például 50 Hz-nyi, az [o]-nál csaknem 60 Hz az eltérés; az alsó és a legalsó nyelvállású hangzóknál ez a „szűkülés” kisebb mértékű. Csaknem változatlanok az értékek a labiális palatális magánhangzóknál. A 8. ábrán az [i] és [i:]-ként azonosított magánhangzók percepció arányait látjuk 50 és 300 ms időtartamú hangok esetében.

Igen magas első formáns esetén keveredik az [ɛ] és az [ø] a felismerésben. A labiálisokra jellemző formánsstruktúra mellett – kis százalékban ugyan, de – azonosíta-



8. ábra [i], illetve [i:]-ként azonosított 50 ms (x - x) és 300 ms (o - o) időtartamú magánhangzók különböző F1-gyel

nak [e]-t 490 és 550 Hz-es F1-gyel. Az illabiálisokra jellemző szerkezet esetében pedig hasonló, 476 és 504 Hz-es F1 mellett ítélnék [ɸ]-t. Igen alacsony első formáns [i] és [e] percepciót eredményezhet a labiálisokra jellemző szerkezet mellett rövid időtartam esetén.

A mássalhangzók percepciója

A mássalhangzók felismerését is a frekvencia, az intenzitás és az idő paraméter, illetve ezek jellegzetes kombinációja határozza meg. A kísérleti eredmények azt sugallják, hogy az akusztikai jel sajátjaiból fakadóan más és más az egyes mássalhangzók felismerésének akusztikai kulcsa (vagy kulcsai).

Sok esetben döntő a hangkörnyezet hatása. Számos tényező szerepét már egyértelműen tisztázták a kutatások. Ilyen például a VOT funkciója a zöngés és zöngétlen zár- és réshangok felismerésében (Clark-Clark 1977; Lane 1968; stb.), a frekvencia és az időtartam összefüggése a réshangok azonosításában (a magyarra: Vicsi 1981; Gósy 1984e), az F2 szerepe a felpattanó zöngés zárhangok felismerésében (Gósy 1982).

A magyar mássalhangzók közül itt a nazálisokat és a [s, z, ʃ, ʒ] hangok percepcióját vizsgáljuk.

A nazális mássalhangzók felismerése

A nazális beszédhangok akusztikai szerkezetét – kis túlzással mondhatjuk – a foniátriai (logopédiai) szakirodalom sokkal részletesebben tárgyalja, mint a fonetikai. Az orrhangzós beszéd gyógyításához az első lépés a kórok és kórkép tisztázása, amelyhez – mások mellett – elengedhetetlen az ún. nazális beszéd akusztikai elemzése (Gutzmann 1913; Luchsinger 1954; Fára et al. 1970; Bauer 1972; Kittel 1979; stb.). Fant összegzésében a nazálist mint osztályt akusztikailag a következő három dolog jellemzi: a) egy nagyon alacsony, kb. 300 Hz-es első formáns és az ettől elkülönülő felsőbb formánsok (vö. Fujimura 1962); b) a formánsok intenzitásának relatíve nagy csillapítása; c) 800 és 2300 Hz között nagy energia, valamint antiformáns jelenléte (Fant 1973, 247). Az egyes kutatóknak az orrhangú mássalhangzókra kapott elemzési eredményei lényegesen nem mondanak ennek ellent, de mindmáig egységes vélemény nem alakult ki (Tarnóczy 1968, 6; vö. még Trenchel történeti áttekintését: 1977). Újabban a hallási benyomást ítélik a legfontosabbnak (L.P.H. Eijkman, idézi Trenchel 1977, 64), eszerint a nazalitás kritériuma, hogy hallható legyen a nazális rezonancia. A kísérleti eredmények azt mutatják, hogy a [n] kivételével alacsony a folyamatos szövegben levő nazálisok korrekt megkülönböztethetőségi aránya, s ez azt sugallja, hogy az átmenetek, mind a megelőző, mind a követő magánhangzóhoz fontosak e mássalhangzók felismerésében (Flanagan 1965, 290–291). A percepciós kísérletek egyrészt a második formáns fontos szerepét igazolják (Liberman–Delattre–Cooper–Gerstman 1954), másrészt azonban meglehetősen bizonytalan eredményeket mutatnak (House 1982). A magyar akusztikai-fonetikai szakirodalomban egyrészt a locusok értékeit találjuk; a [m]-re adott sáv: 854–974, illetve 862–960 Hz, a [n]-re: 1586–1740, illetve 1598–1776 Hz, a [ɲ]-re: 1500–2500, illetve 2000–2435 Hz (Magdics 1965, 77–81; illetve Molnár 1970, 37). Pontosabb adatokat közöl már korábban Tarnóczy, eszerint a [m]-re jellemző frekvenciaértékek: 330 és 800, a [n]-re: 260, 600 és 2300 Hz, illetve a [ɲ]-re: 260 és 2200 Hz (1948, 74–5). Bolla diagramjai elsősorban az intenzitásgörbékben mutatnak eltérést a nazálisok között, semmint a frekvenciaszerkezetben (1982: 20., 24., 27. tábló).

Az első percepciós adat a nazális hangokra Vértes O. Andrásról származik, amely szerint a „hosszan hangoztatott [ɲ] és [n] középső szakaszát egyáltalán nem – vagy csak alig – tudjuk megkülönböztetni egymástól. Fontos, hogy a kísérleti személy ne hallja se a zár kezdetét, se a végét” (1982, 109). Megjegyzi még, hogy az egyes nazális hangok „sokkal nagyobb rokonságban” vannak egymással akusztikai síkon, mint a megfelelő orális hangok (108). Mindenesetre a rendelkezésre álló adatok szerint nehezen hihető az a kísérleti eredmény, hogy az angol [m, n, ɲ] mássalhangzók felismerésében, illetőleg megkülönböztetésében – hasonlóan a [b, d, g]-höz – az F2-nek akusztikai felismerési kulcs szerepe van (Liberman et al. 1954).

Két kísérletsorozatban vizsgáltam a frekvencia szerepét a nazális mássalhangzók azonosításában.

A frekvenciaszerkezet szerepe az azonosításban

A kísérlet célja, hogy meghatározzam az egyes orrhangú mássalhangzókra a felismerést biztosító frekvenciatartományokat.

Alul áteresztő										
CV/VC	680	820	1000	1200	1500	1800	2200	2700	3300	(Hz)
mo	4	40	66	59*	72	66	100	100	100	(%)
om	8	31	44*	38o	72	57*	88	85	90	
e:m	n	n	8	10x	20*	10o	94	100	100	
mē:	4	24	9o	24●	90	90	94	100	100	
na:	4	27*	29x	72!	93	100	100	100	100	
a:n	j	27	24●	41!!	30o	33x	30*	100	100	
ɲø	—	4	4	42	94	100	100	100	100	
øɲ	1	n	15	50	81	60	75o	100	100	
ɲē:	j/n	36	—!	20	62x	88	100	100	100	
e:ɲ	—	—	n	6xx	9●	12●	25x	100	100	
		*	*	*	*	*	*			
		25l	36n	24n	56n	24n	25r			
			o	o	o	o	o			
			50n	38n	37l	76n	25j			
			x	x	x	x	x			
			30l	21n	16m	33l	62n			
			●	●	●	●				
			18l	52n	37n	51n				
			!	!						
			21m	27l						
					!!					
					44l					
					xx					
					40n					

A tévesen azonosított beszédhangok
és arányuk

11. táblázat

		Felül áteresztő										
CV/VC	470	560	680	820	1000	1200	1500	1800	2200	2700	3300	(Hz)
mo	100	90	100	100	83	82	59	45	15	20	20	
om	100	90	13*	29*	6*	5*	3*	31	3	—*	—*	
e:m	85	90	20o	10o	8o	8o	6o	6*	6*	—o	—o	
me:	95	100	100	100	100	100	95	100	88	80	80	
na:	95	100	100	100	100	100	88	93	48	35	30	(%)
a:n	95	65	13x	37x	20x	10x	25	6	—	6	15	
ɲø	95	100	100	100	100	90	70	62	70	75	75	
øɲ	100	100	70	76●	80	78	62	55	30o	55	—x	
ɲe:	100	100	97	100	67	87	63	62	57	70	70	
e:ɲ	100	100	7●	3!	3●	—x	—o	—x	—x	3	—	
A tévesen azonosított beszéd- hangok és arányuk			*	*	*	*	*	*	*	*	*	
			30n	37n	18n	47n	26r	52n	52n	70n	25n	
			o	o	o	o	o	o	o	o	o	
			53n	77n	60n	42n	74n	34n	15j	40n	15n	(%)
			x	x	x	x	x		x		x	
			47r	30r	44r	50r	46n		33n		50n	
			●	●	●	●						
			40n	17j	33n	50n						
				!								
				70n								

Anyag és módszer

Férfi ejtésben CV és VC típusú, nazális mássalhangzót tartalmazó hangkapcsolatokat rögzítettünk magnetofonszalagra, majd 36 dB/oktáv meredekségű frekvenciaszűrővel megszűrtük. Az alul áteresztő és a felül áteresztő szűrőknél a következő levágási frekvenciákat alkalmaztuk: 680, 820, 1000, 1200, 1500, 1800, 2700, 3300; illetve 470, 560, 680, 820, 1000, 1200, 1500, 1800, 2700 és 3300 Hz-en. A hanganyag összeállításának szempontjai a következők voltak: a) olyan magán- és mássalhangzót tartalmazó hangkapcsolat legyen, amely ebben a formában a magyarban jelentést nem hordoz, tehát nem szó; b) a hangkapcsolat megfordítható legyen, s az előző feltételnek ebben a formában is eleget tegyen; c) a valóságban létezzen a magyarban a létrehozott hangkapcsolat abszolút szóvégen és szó elején. Így a következő hangkapcsolatokat állítottam össze: [mo, om, ɛm, mɛ; na:, a.n, ɲɔ, ɔɲ, ɲɛ; ɛ:ɲ]. Összesen 180 hangkapcsolatot hallgattattam le 30-35 fővel. Feladatuk az azonosított hangkapcsolat leírása volt (egyszerre 30 szótagot teszteltem).

Eredmények

A percepciói ítéleteket táblázatos összefoglalásban a 10. és 11. táblázat tartalmazza. Az első oszlopban szereplő betűjelek arra utalnak, hogy a nazális mássalhangzó ekkor még felismerhetetlen (a legtöbb egyöntetű ítéletet kapott beszédhang jelét közlöm). A táblázat számai mellett található jelek a 15%-on felüli azonosan eltérő felismeréseket jelzik, a felismert beszédhang APhI-jelével.

A számadatokból implikációk formájában a következő összesítés adható a nazálisok felismerésére vonatkozólag (12. táblázat).

12. táblázat

Eredeti nazális	Azonosított nazális
CV m	m
VC m	n
CV n	l
VC n	l ~ r
CV ɲ	m
VC ɲ	n

Összegezve az látható, hogy a [m] és a [ɲ] mássalhangzókat gyakran – a fonetikai helyzettől függően – [n]-ként, a [n]-t ugyanakkor likvida és tremuláns, azaz [l]-, illetve [r]-ként azonosítják. Eszerint nem egészen áll az a kitétel, hogy a nazálisok „egymás között” tévesztődnek a felismerésben (House 1982). Az adatok alapján legbiztosabb a bilabiális nazális azonosítása CV és a palatális nazális VC helyzetben. Jellemző, hogy a [m]-t értették [n]-ként, de fordítva ez nem áll. A [n] azonosítása egyértelműen a /l/, illetve a /r/ fonémaosztályába csap át.

Az orrhangú mássalhangzók nagyjából ugyanazon a frekvenciatartományon belül azonosíthatók: mintegy 1500–3300 Hz között – ez az érték azonban erősen függ a fonetikai helyzettől és a magánhangzó minőségétől is. Például a [na:] felismerése még

1800 Hz feletti szűrés esetén is biztos, VC helyzetben azonban már 560 Hz fölött 65%-osra csökken a helyes azonosítás. Az adatok alapján – úgy tűnik – kimondható, hogy a magyar nazális mássalhangzók legjellemzőbb frekvenciasávja a 800–1800 Hz, ami azt jelenti, hogy mindkétféle szűrés esetén ebben a tartományban még éppen felismerhetők.

A második formáns hatása a felismerésre

Ebben a kísérletben a megelőzőekben kapott eredményeket mintegy kiszélesítve, nagyobb anyag percepció elemzésével próbáltam választ kapni a nazálisok azonosítási kulcsára vonatkozólag. Célom az F2 percepcióra gyakorolt hatásának a vizsgálata volt.

Anyag és módszer

Mindhárom mássalhangzót CV hangkapcsolatban valamennyi magánhangzóval mesterségesen előállítottuk. Néhány esetben csak a nazális kör segítségével lehetett a mássalhangzó-kapcsolatot létrehozni, ezeket a tesztelésből kihagytuk ([nu, ny, ni]). A [ɲ]-t az [a:] és [e] mellett generáltuk (a hangkapcsolatok nagyobb részében csak a formánsok beadásával – nazális kör nélkül – ezek nem állíthatók elő, vö. Olaszy 1982). A nazális mássalhangzók akusztikai szerkezetét a 13. táblázat foglalja össze. Összesen 84 hangkapcsolatot teszteltünk 20 kísérleti személlyel. Feladatuk az azonosított hangkapcsolat leírása volt.

13. táblázat

Nazális mássalhangzó szeletei	Idő (ms)	Intenzitás (dB)	F0	F1	B1	F2 (Hz)	F3
1.	50	0–8	116	252	96	változ-	2614
2.	75	10	116	252	96	tatott	2614
3.	15	10	116	V-től függ		V-től függ	2614

Eredmények

A 14. táblázatban összefoglaltuk az orrhangú mássalhangzókra kapott felismerési arányokat az F2 értékének függvényében.

Az adatok jobban szórnak, mint azt más nyelvek nazálisainak percepció vizsgálatával kapcsolatban a szakirodalom írja. Noha House is megjegyzi, hogy a svéd orrhangú zárhangoknál azonos felismerési kulcsot talált a bilabiális mássalhangzóra: F2 kb. 1100 Hz esetén; míg azonban [a:] és [i] környezetében megegyeztek, [u] környezetében eltértek az eredmények (i. m.). (Összesen a fenti három magánhangzó kapcsolatában vizsgálta a nazálisokat.) Eredménye szerint – az [u]-környezetet kivéve – az alacsony F2-átmenet a [m], az 1500 Hz körüli a [n] és az ennél magasabb a veláris [ŋ] hang felismerését biztosítja (160). Tekintettel arra, hogy a kísérletben valamennyi magánhangzót szerepeltettem, még bonyolultabb eredményeket kaptam. Úgy tűnik ezek

Nazális	Magánhangzók								
	a:	ɔ	o	u	ø	y	i	e:	e
m	800— 1500	800— 900	700— 900	800— 900	900— 1000	800— 1000	1000	1000— 1100	800— 1000
n	700, 1100	1100— 1200	1100— 1200	—	700	—	—	1700— 1800	700, 1100
ɲ	600— 800	—	—	—	—	—	—	—	700, 1300

alapján, meglehetősen nehéz a kontextus nélküli akusztikai kulcsot meghatározni. Általában a 800–900 Hz-es F2-átmenet a [m] azonosításában vezet – a magánhangzótól függően vannak kisebb-nagyobb eltérések. Amíg például az [u] mellett a [m] felismerése F2=800 Hz esetén 100%-os, az [ø]-nél ugyanebben a helyzetben csak 50%-os; vagy amíg az [i:]nél 1000 Hz-es F2-átmenet mellett 100%-osan felismerik a bilabiális nazálist, [ɲ] mellett ez csak 50%-os. (A közölt esetekben és a percepciósan nem vizsgáltakban is 700, esetenként 1300 Hz-es F2-átmenet biztosítja – egyéb paraméterekkel együtt – a [ɲ] felismerését.)

Vizsgáltam az első formáns szerepét is, amely több esetben hasonlóan mutatkozott az F2-ével. Eszerint, ha a mássalhangzó-kapcsolat akusztikai szerkezete egyébként változatlan és az F1 értékét növeljük, 400 Hz körüli frekvenciánál a felismerés már átsap [l]-be, magas 80–100%-os aránnyal. Cooper és munkatársai ugyancsak [m] ~ [l] átsapást tapasztaltak a felismerésben szintetizált (angol) hangkapcsolatoknál akkor, ha az F2-átmenet időtartama relatíve nagy volt (1952). Mindezek azt feltételezik, hogy a nazálisok nem határozhatók meg egyetlen elsődleges felismerési kulccsal, szimultán más paramétereknek is hasonló funkciójuk kell, hogy legyen. (Az intenzitás – bizonyos frekvenciaszerkezet mellett – az elsődleges kulcs szerepét mutatja, ugyanis ha az orrhangú mássalhangzó intenzitása jelentősebben csökken, akkor az azonosítás a megfelelő felpattanó zárhang: [b, d, ʃ] irányába tolódik el.)

A [s, z, ʃ, ʒ] mássalhangzók percepció vizsgálata

A dentális és alveoláris réshangok – az artikuláció következtében – meglehetősen széles frekvenciatartományban valósulnak meg (vö. Laziczius 1944; Tarnóczy 1954; Fónagy–Szende 1969; Subosits 1978; Vértes O. 1982; Olaszky 1985). Az egyes mássalhangzókra jellemző zörejek intenzitása azonban különböző, ezért a hang karakterének kialakításában a legintenzívebb komponensek vesznek elsősorban részt. Ezekkel „szokásos” a [s, z, ʃ, ʒ]-t jellemezni. Láttuk azonban korábban, hogy vizsgálhatók a kevésbé intenzív összetevők is, amelyek jelentősége éppen a percepció funkciójában van.

Ezeknek a réshangoknak a felismerését egyrészt a zörejjóc frekvenciája, másrészt az időtartam biztosítja (Gerstman 1956; Čistovič 1965; Flanagan 1965; Cohen–t'Hart 1963; Ainsworth 1976; Vicsi 1981; Gósy 1984e; stb.). Fontos megállapítás, hogy a

zöngétlen (szintetizált) mássalhangzóba betáplált FO-érték nem kelti a zöngés pár benyomását (Cohen–t'Hart 1963).

Fónagy és Szende megállapítják, hogy a [s] és a [ʃ] közti különbségről az a hallási „benyomásunk”, hogy az utóbbi „mélyebb, tompább” (1969, 287). Kísérleteink során az ezeknek a metaforáknak megfelelő fizikai értékeket próbáltuk meghatározni.

A felismerést biztosító frekvenciatartomány meghatározása

A kísérlet célja, hogy meghatározzuk, milyen és mekkora frekvenciatartomány szükséges a [s, z, ʃ, ʒ] mássalhangzók biztos azonosításához.

Anyag és módszer

Az első kísérletsorozatban természetes ejtésű hangkapcsolatokban (CV és VC típusú) elemeztük a zörejfrekvenciának mint felismerési kulcsnak a szerepét az egyes réshangok esetében. A hangkapcsolatok összeállításának szempontjai megegyeztek a nazálisokkal végzett ugyanilyen módszerű kísérletben leírtakkal. A hangkapcsolatokat ugyancsak alul és felül áteresztő szűrővel szűrtük, majd 30 fővel lehallgattattuk. Összesen 320 hangkapcsolatot teszteltünk (egyszerre átlagosan 35-öt). A nyelvi anyag a következő volt: [ʃ ɔ, ɔ ʃ, is, si, ʒs, sɔ, oz, zo, uʃ, fu, uz, zu, iʒ, ʒi, a: ʒ, ʒ a:]; a percepció eredményeket a 15. és 16. táblázat tartalmazza.

Eredmények

Valamennyi réshangra jellemző, hogy 1000 Hz alatti összetevőik alapján gyakorlatilag nem felismerhetők, ekkor zárhangokként, labiodentális réshangokként, [h]-ként, illetve likvidaként azonosítják őket (attól is függően, hogy az eredeti mássalhangzó zöngés volt-e vagy sem). A felismerhetőség hármas függésű: a) függ egyrészt a réshang típusától, b) a magánhangzós környezettől (nyilván általában is a környezettől) és c) a fonetikai helyzettől. Az adatokból abszolút szabályok nem vonhatók le, mivel nem szerepel valamennyi beszédhang mint környezet, az azonban a meglévőkből is jól látszik, hogy: a zöngétlen réshangok felismerése alacsonyabb frekvenciaérték esetén „kezdődik” és rendszerint nagyobb frekvenciatartományban korrekt, mint a megfelelő zöngéseké. A VC helyzetű réshangok azonosítása kevésbé jó, mint a CV-ké. Bizonyos torzítás mellett jellemző a réshangok egymás közti helyettesítődése: a zöngéseket a megfelelő zöngétlenek „váltják föl”. Előfordul az is, hogy éppen megfordítva, a zöngétlent ismerik fel zöngésnek (vö. [s] —> [z]); ez feltehetően az „előre jóslás” tévedésével kapcsolatos (vö. Čistovič 1965). Megpróbáltuk — a rendelkezésre álló adatokból — meghatározni az egyes réshangok felismerhetőségének frekvenciatartományát (a 70%-on felüli azonosítások figyelembevételével; az első érték az alul, a második a felül áteresztő szűrés határértéke): alveoláris zöngétlen réshangok: 1500–3300 Hz; alveoláris zöngés réshangok: 1800–800 Hz; dentális zöngétlen réshangok: 2500–3300 Hz (kiv.: [si:]); dentális zöngés réshangok: 1800–3300 Hz. Az alul és felül áteresztő szűrővel kapott eredményeket grafikon formában ábrázoltuk (a középértékekkel); ez jól szemlélteti a magyar résmássalhangzók egyik elsődleges akusztikai kulcsának, a frekvenciatartománynak a kiterjesztését (9. ábra).

15. táblázat

		Alul áteresztő							
CV/VC (Hz)	680	820	1000	1200	1500	1800	2200	2700	3300
ɔɔ	f	5	6	30	78	100	100	100	100
ɔɔ	t	t/k	t	27	100	100	100	100	100
ɔ u	f	h	78	100	100	100	100	100	100
u ɔ	t	h	53	89	97	100	100	100	100
ʒa:	z	v	3	38	94	94	100	100	100
a:ʒ	l	r/l	6	27	56	82	87	100	100
ʒi	r	r	3	24	62	94	100	100	100
iʒ	—	r	t	10*	22*	27*	30*	70	100
sɔ	f	f	f/h	3	3	12	56	80	100
ɔs	—	—	t	3	3	3	62 _o	100	100
si	h	h	6	79	94	100	100	100	100
is	t	t	t	t	t	15	25	80	100
zo	z	v	v	90	66	88	100	100	100
oz	—	l	l	1/r	6	24	100	100	100
zu	—	r	9	65	72	66	97	100	100
uz	—	—	t	t	t	3	31	80	100
A tévesen azonosított beszédhangok és arányuk				80 f	72 f	70 f	70 f		
							o		
							37 z		

(%)

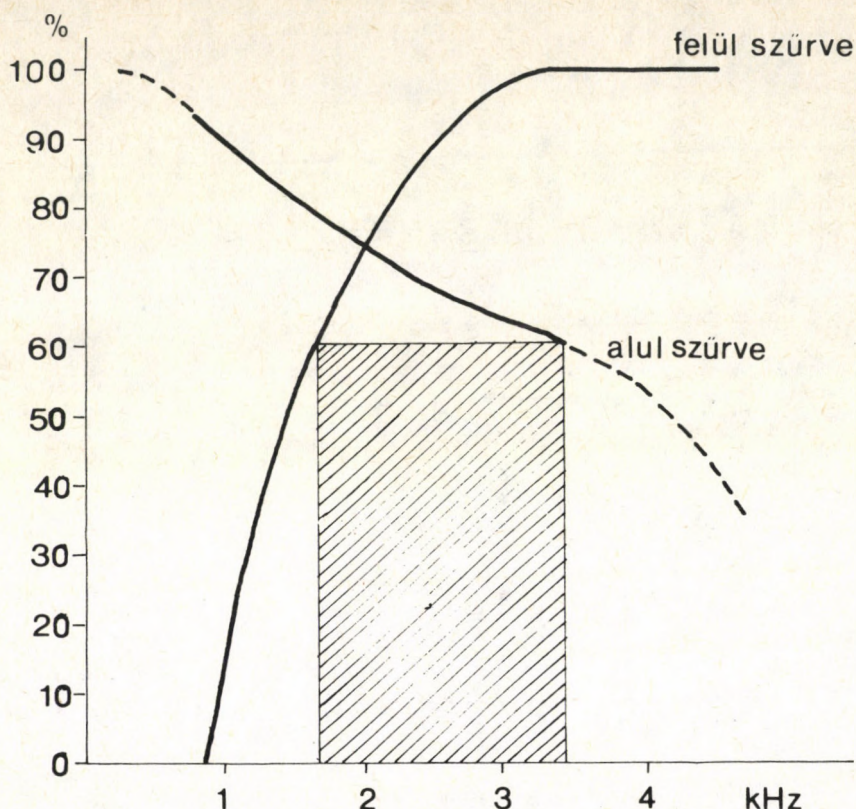
(%)

16. táblázat

CV/VC (Hz)	Felül áteresztő										
	470	560	680	820	1000	1200	1500	1800	2200	2700	3300
ɟɔ	100	100	100	100	100	100	90	90	55	80	80
ɟʃ	100	100	100	100	100	90	75	52	27	80	80
ɟ u	100	100	100	100	100	97	90	100	57*	100	100
u ɟ	100	100	100	100	100	100	90	80	85	80	80
ʒ a:	100	100	100	100	100	100	94	83	74	80	75
a:3	100	100	93	86*	40*	20*	17*	30*	55	50	60
3i	100	100	100	100	64 _o	85 _o	80 _o	80 _o	90	95	90
i3	95	100	17*	20 _o	5 _x	—	— _x	— _x	— _o	—*	—*
sɔ	100	100	100	96	96	100	100	90	94	90	90
ɔ s	100	100	43 _o	90	44●	64 _x	50●	52●	42	75	75
si	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
is	100	100	93	90	74	60	62	60	70	75	64
zo	100	100	100	100	80	80	80	86	76	55	50
oz	100	100	100	100	97	97	90	76	64 _x	70	70
zu	100	100	98	100	100	90	98	76	70	70	70
uz	100	100	73 _x	90	70	66●	70	44	67	80	80
A tévesen azonosított beszédhangok és arányuk			* 83 f	* 15 f	* 60 f	* 80 f	* 83 f	* 45 f	* 20 f	* 60 f	* 70 f
			o 57z	o 80 f	o 20 f	o 100 f	o 15 f	o 15 f	o 85 f		
			x 27s		x 95 f	x 30z	x 95 f	x 93 f	x 15s		
					● 56z	● 24s	● 30z	● 18z			

(%)

(%)



9. ábra A [s, z, ʃ, ʒ] mássalhangzók felismerési tartománya frekvenciaszűréssel torzított hanganyag alapján

Az ábra vonalkázott területe a jó (75%-os) felismerési arány frekvenciatartományát jelzi. Leolvasható, hogy mintegy az 1300–3200 Hz-es frekvenciaterületen a mássalhangzókra jellemző összetevők elegendőek a helyes felismeréshez.

A zörejfrequencia változásának hatása a felismerésre

A második kísérletsorozat célja az volt, hogy meghatározzuk azokat a frekvenciasávokat, amelyek egyfelől biztosítják a [s, z], illetve [ʃ, ʒ] biztos azonosítását, valamint egymás közötti megkülönböztetésüket.

Anyag és módszer

A tárgyalt résmássalhangzókat CV hangkapcsolatokban szintetizáltuk (a korábban ismertetett eszközökkel és módszerrel). Magánhangzóként valamennyi magyar magánhangzóminőség szerepelt. A formánsszintetizátor két zörejcóc (K1 és K2) változtatását teszi lehetővé – ennek megfelelően töltük el az intenzív zörejcócokat a frekvenciatengely mentén valamennyi hangkapcsolat esetében. A kiindulást jelentő akusztikai szerkezeteket a 17. táblázat tartalmazza. Összesen 260 hangkapcsolatot szintetizál-

17. táblázat

Alveoláris mássalhangzó		IDŐ (ms)	INT. (dB)	F0 (Hz)	F1 (Hz)	B1 (Hz)	F2 (Hz)	B2 (Hz)	F3 (Hz)	AC (dB)	AK (dB)	K1 (Hz)	K2 (Hz)
Zöngés	1. szelet	40	0–3	103	252	96	1700	62–93	2614	0–14	16	1510	2540
	2. szelet	80	4	103–97	252–346	96–60	1700–1500	93	2614	20–24	16	1510	2540
Zöngétlen	1. szelet	120								6–22	16	1510	2540
	2. szelet	50								28	16	1510	2540
	3. szelet	40								24	16	1510	2540
Dentális mássalhangzó													
Zöngés	1. szelet	60	0–4	116	212	96	1600	93	2614	0–22		4032	9590
	2. szelet	40	4	116	212	96–36	1600	93–31	2614	24–20		4032	9590
Zöngétlen	1. szelet	120								0–24	22–6	6041	6041
	2. szelet	60								22		6041	6041
	3. szelet	60								24–16		6041	6041
	átmenet 1.	4	0–6	116	*	60	*	0–93	2614				
	átmenet 2.	60	8	116–112	*	60	*	93–155	2614				

* = V-től függő

tunk. Ezt a hanganyagot (random sorrendben) 20 kísérleti személlyel hallgattattuk le. Feladatuk a felismert hangkapcsolat leírása volt.

Eredmények

Az első kísérletsorozat eredményei – a szintetizálási tapasztalatlanságból adódóan – az intenzitás mint felismerési kulcs szerepére mutattak rá (bár a kísérleti cél a frekvenciaváltozás percepcióis következményének vizsgálata volt). A zörejcócok intenzitását ekkor ugyanis a szükségesnél alacsonyabb értékre választottuk, mintegy 10–15 dB-lel. A kiindulást jelentő frekvenciaszerkezettel, ahol a két zörejcóc 5000 és 8000 Hz-en helyezkedett el, a mássalhangzók 100%-osan felismerhetők voltak. Nem derült tehát azonnal ki, hogy az intenzitásérték megválasztása helytelen. Az eltolt zörejcócok tesztelési adataiból az látszott, hogy alacsony intenzitásérték mellett csak egy nagyon szűk frekvenciasávban (4000–5000 és 8000–9000 Hz) biztos a réshangok felismerése. A frekvenciaérték változtatásával gyakorlatilag megszűnt a réshangok felismerése, helyettük a kísérleti személyek – a réshang típusától függően – [v, j, l, r] mássalhangzókat azonosítottak. Az intenzitás tehát mint másodlagos felismerési kulcs – az elsődleges, a frekvencia módosulásának arányában – jut szerephez. Ugyancsak szintetizált réshangokkal végzett kísérletének eredményei alapján jut arra a következtetésre Mártony, hogy a réshangok felismerését biztosító tényezők között harmadikként megemlíti a rés relatív intenzitását is (1963).

A percepcióis adatok alapján implikációk formájában fejeztük ki az egyes réshangok felismerési kritériumait frekvenciában:

[s]-t azonosítanak,			
ha	[a:]	mellett	K1 > 3500 és K2 > 4000 Hz K1 > 2500 és K2 > 4500 Hz K1 és K2 ≥ 4000 Hz
ha	[ɔ]	mellett	K1 és K2 ≥ 4000 Hz K1 ≥ 3500 és K2 ≥ 4000 Hz
ha	[o]	mellett	K1 és K2 ≥ 4000 Hz K1 ≥ 3500 és K2 ≥ 5000 Hz
ha	[u]	mellett	K1 és K2 ≥ 4000 Hz K1 ≥ 3500 és K2 > 4000 Hz
ha	[ø]	mellett	K1 és K2 ≥ 4000 Hz K1 > 3500 és K2 > 4000 Hz
ha	[y]	mellett	K1 és K2 ≥ 4500 Hz K1 > 3500 és K2 > 4000 Hz
ha	[i]	mellett	K1 és K2 > 4000 (5000) Hz
ha	[ɛ:]	mellett	K1 és K2 ≥ 4500 Hz K1 ≥ 3500 és K2 > 5000 Hz
ha	[e]	mellett	K1 és K2 > 5000 Hz K1 > 3500 és K2 > 5000 Hz
[ʃ]-t azonosítanak,			
ha	[a:]	mellett	K1 és K2 = 1000–3500 Hz

ha	[ɔ]	mellett	$K1 \leq 2500$ és $K2 > 4500$ Hz $K1$ és $K2 = 1500-3500$ Hz $3000 > K1 > 1500$ és $K2 > 4500$ Hz
ha	[o]	mellett	$K1$ és $K2 = 1500-3500$ Hz $1500 \leq K1 < 3000$ és $K2 > 5000$ Hz $3500 > K1 \geq 1500$ és $K2 < 4000$ Hz
ha	[u]	mellett	$K1$ és $K2 = 1500-3500$ Hz $K1 = 1500-2500$ és $K2 > 4000$ Hz
ha	[ɸ]	mellett	$K1$ és $K2 = 1500-3500$ Hz $1500 \leq K1 \leq 2500$ és $K2 > 4500$ Hz
ha	[y]	mellett	$K1$ és $K2 = 2000-3500$ Hz $K1 = 2000-3500$ és $K2 > 4500$ Hz
ha	[i]	mellett	$K1$ és $K2 = 2000-3500$ Hz $3500 > K1 \geq 2000$ és $K2 > 4500$ Hz
ha	[e:]	mellett	$K1$ és $K2 = 2000-3500$ Hz $3500 > K1 > 2000$ és $K2 < 7000$ Hz
ha	[e]	mellett	$K1$ és $K2 = 2000-3500$ Hz $K1 = 2000-3000$ és $K2 > 4000$

[z]-t azonosítanak,			
ha	[a:]	mellett	$K1$ és $K2 \geq 4000$ Hz $K1 \leq 1500$ és $K2 > 5000$ Hz $K1 > 3500$ és $K2 > 5000$ Hz
ha	[ɔ]	mellett	$K1$ és $K2 \geq 4000$ Hz $K1 \geq 3500$ és $K2 \geq 4000$ Hz
ha	[o]	mellett	$K1$ és $K2 \geq 4000$ Hz $K1 \geq 3500$ és $K2 \geq 5000$ Hz
ha	[u]	mellett	$K1$ és $K2 \geq 4000$ Hz $K1 \geq 3500$ és $K2 > 4000$ Hz
ha	[ɸ]	mellett	$K1$ és $K2 \geq 3500$ Hz $K1 > 3000$ és $K2 > 4000$ Hz
ha	[y]	mellett	$K1$ és $K2 \geq 3500$ Hz $K1 > 3000$ és $K2 > 4500$ Hz
ha	[i]	mellett	$K1$ és $K2 > 4500$ Hz $K1 > 3500$ és $K2 > 4500$ Hz
ha	[e:]	mellett	$K1$ és $K2 \geq 4000$ Hz $K1 > 3500$ és $K2 > 6000$ Hz
ha	[e]	mellett	$K1$ és $K2 > 4000$ Hz $K1 > 3500$ és $K2 > 4500$ Hz

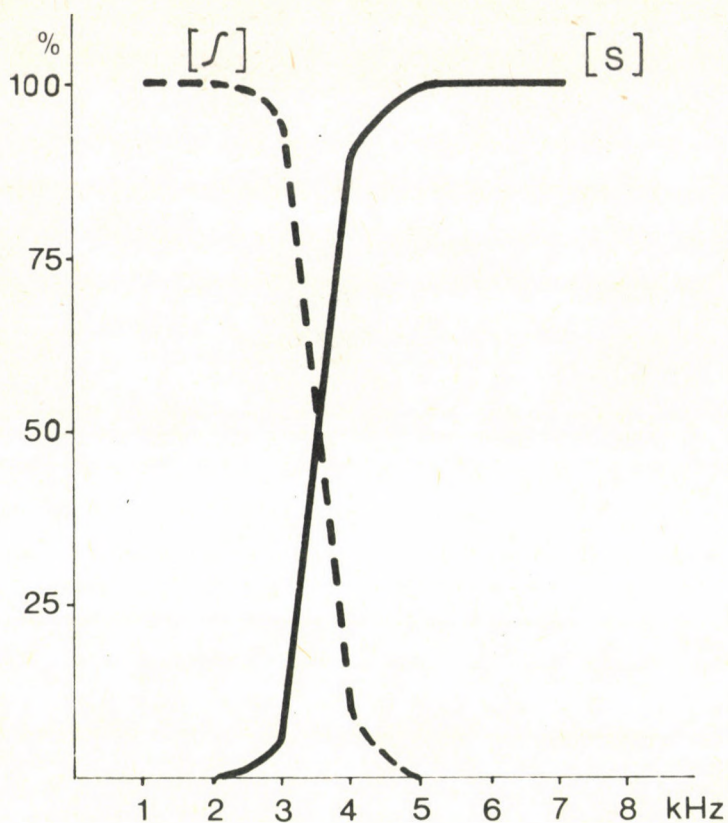
[ʒ]-t azonosítanak,			
ha	[a:]	mellett	$K1$ és $K2 = 1000-3500$ Hz $K1 \leq 2500$ és $K2 > 4500$ Hz
ha	[ɔ]	mellett	$K1$ és $K2 = 1500-3500$ Hz $3000 > K1 > 1500$ és $K2 > 4500$ Hz

ha	[o]	mellett	K1 és K2 = 1500–3500 Hz K1 < 3000 és K2 > 5000 Hz
ha	[u]	mellett	K1 és K2 = 1500–3500 Hz K1 = 1500–3000 és K2 ≤ 3500 Hz
ha	[ø]	mellett	K1 és K2 = 1500–3000 Hz K1 = 1500–2000 és K2 ≥ 4000 Hz, akkor zöngétlenné lesz!
ha	[y]	mellett	K1 és K2 = 1500–3500 Hz K1 = 2000–3500 és K2 > 4500 Hz
ha	[i]	mellett	K1 és K2 = 2000–4000 Hz K1 ≤ 3500 és K2 > 4500 Hz
ha	[e:]	mellett	K1 és K2 = 2000–3500 Hz K1 = 2000–3500 és K2 ≥ 4000 Hz
ha	[e]	mellett	K1 és K2 = 2000–3500 Hz K1 = 2000–3500 és K2 ≥ 4000

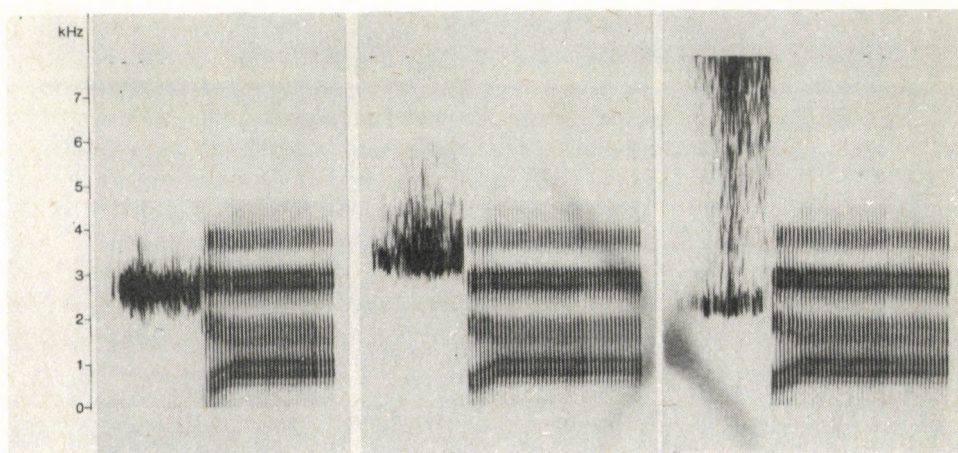
Az implikációk a következő tendenciákat mutatják: a) a követő magánhangzó akusztikai szerkezete hatással van a réshang zörejfrekvenciájára. A hátul képzett magánhangzókkal alakított kapcsolatban a zörej frekvenciatartománya mintegy 500 Hz-cel szélesebb (mind az alsó, mind a felső érték felé tolódva); b) a két góc, illetőleg a két góc viszonya (a frekvenciatengelyen elfoglalt távolsága) határozza meg a dentális és alveoláris réshangok percepciók különbségét; c) a zöngés és a zöngétlen réshangok zörejstruktúrája a percepcióban nem feltétlenül esik egybe: például az [a:] -val alkotott kapcsolatban [z]-t akkor azonosítanak, ha a zörejfrekvencia 3500 és 5000 Hz fölötti, míg [s]-t, ha 3500 és 4000 Hz fölötti. Két távolabbi zörejtartomány esetén [s]-t ismernek fel, ha az egyik alacsonyabb 2500 Hz-nél, a másik pedig magasabb 4500 Hz-nél; [z]-t azonosítanak, ha az egyik góc alacsonyabb 1500 Hz-nél, a másik magasabb 5000 Hz-nél.

Ha egyetlen zörejfrekvenciával akarjuk jellemezni e mássalhangzókat, akkor – összegezve – azt mondhatjuk, hogy a dentális réshangok felismerési kulcsa akusztikailag a 4500 Hz fölötti tartomány; az alveolárisoké pedig a 2000–3500 Hz közötti zörejtartomány. Átmenetinek ítélték a kísérleti személyek a 3500–4500 Hz közötti zörejtartományt jellemző beszédhangokat, vö. 10. ábra grafikonját, valamint a különböző frekvenciagócú, [ʃ]-nek, átmenetinek és [s]-nek azonosított mássalhangzók akusztikai szerkezetét a 11., 12. és 13. ábrán. Hasonló módszerű kísérletek eredményei szerint az angol zöngétlen dentális és alveoláris réshang akusztikai határa hasonlóan 3000–4000 Hz között húzódik (vö. Harris 1958; Flanagan 1965, 295–6). A percepciók adatok alátámasztják a klasszikus fonetikának azt a kritikáját, hogy a zöngés és a zöngétlen réshangok csupán a zöngé meglétében, illetőleg hiányában különböznek egymástól (vö. Fónagy–Szende 1969 is; valamint a kísérleti-fonetikai elemzések alapján: Bolla 1982). A két zörejtartomány egymástól való távolsága intenzitással kapcsolatos kérdéseket is felvet (erre azonban itt nem térünk ki). A réshangok viszonylag nagy frekvenciatartományban történt jó azonosítása nyilvánvalóan azzal is összefügg, hogy a magyarban – nem lévén interdentalis réshang – a percepciók mechanizmus még toleránsabb e mássalhangzókkal.

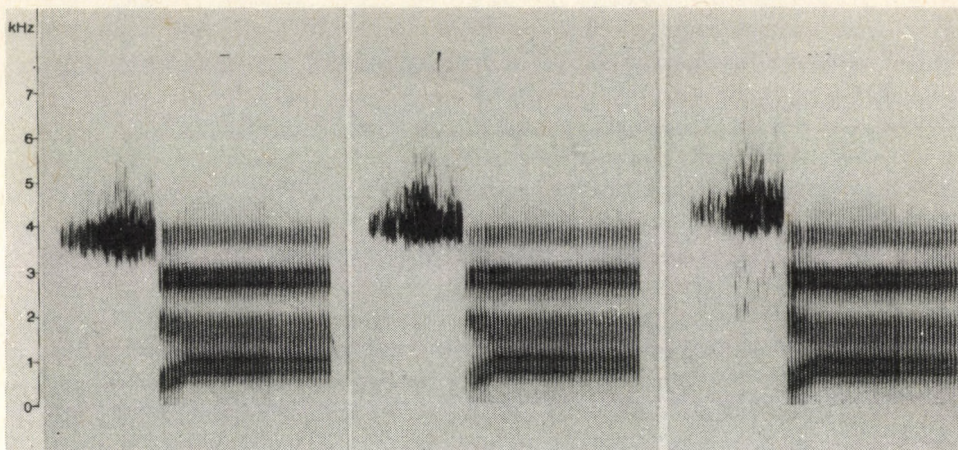
A két zörejtartomány relatív nagy távolsága esetén (1000–1500 és 9000–10000 Hz) a



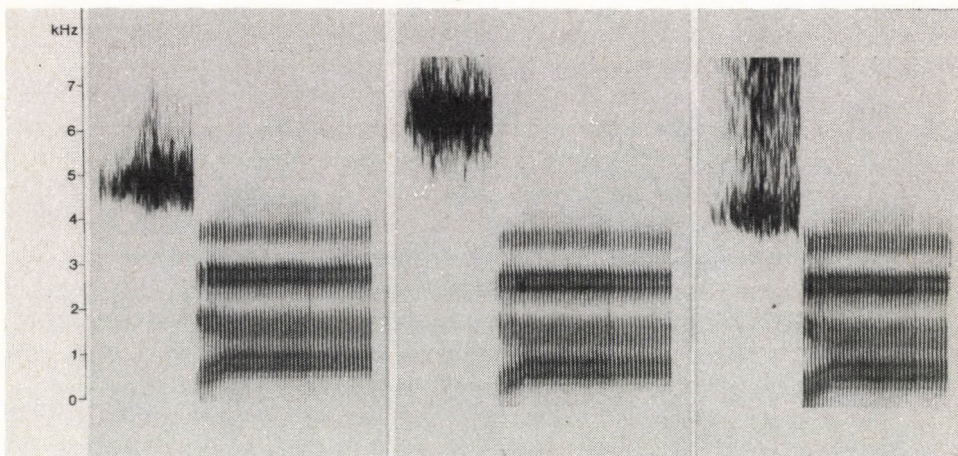
10. ábra A [ʃ] és a [s] réshangok felismerése a zörejcél frekvenciájának függvényében



11. ábra 100%-osan a [ʃ] mássalhangzó felismerését biztosító zörejfrequenciák [a:] magánhangzós kapcsolatban (2500 Hz, 3500 Hz, 2000/8000 Hz)



12. ábra A [ʃ] és a [s] között átmenetinek ítélt réshangok zörejfrekvenciája [a:] magánhangzós kapcsolatban (3000/4000 Hz, 3500/4000 Hz, 3700/4000 Hz)



13. ábra 100%-osan a [s] mássalhangzó felismerését biztosító zörejfrekvenciák [a:] magánhangzós kapcsolatban (4500 Hz, 6000 Hz, 4000/9000 Hz)

réshangokat [f]-ként, [d]-ként, [p]-ként, ritkábban [tʃ], illetve [t]-ként azonosították. (A zöngéseknél ritkábban ismernek fel más képzésű hangot, inkább felismerhetetlennek minősítik őket. A zöngétleneknek ez nem fordult elő.)

A percepció eredmények felhasználása hallás- és beszédmegértési vizsgálatokra

A beszédhangokkal végzett percepció kísérleteink eredményei a következőkben foglalhatók össze:

1. meghatároztuk a magánhangzók és a vizsgált mássalhangzók esetében a frekvencia mint felismerési kulcs tartományát, határértékeit;
2. implikációs formákkal, illetve Hz-értékekkel megadtuk az elemzett beszédhangok azonosíthatóságát biztosító frekvenciaszerkezetet;
3. az előzőekből következően egyúttal megjelöltük a redundáns, azaz a többletinformációt tartalmazó elemeket.

A kísérletek azt mutatják, hogy meghatározható az az elem (illetve elemek), amely(ek) a felismerésnek alapvetően fontos jegye(i). Mi történik akkor, ha a feldolgozandó beszédjel azt és csakis azt az invariáns jegyet tartalmazza, amely a felismeréshez nélkülözhetetlen? A folyamat működésének ismeretében azt mondhatjuk, hogy ez esetben nincs szükség a tárolási rendszerre, a jelet adott fizikai megvalósulásában, annak teljességében dolgozzuk fel. Az eredményes jelfeldolgozáshoz ekkor azonban szükség van egyfelől a hallás tökéletes működésére, valamint a megértési folyamat egyes szintjeinek önálló, illetve összehangolt működésére. Ha bármelyikben zavar támad, a jelfeldolgozás tökéletlen lesz, és nincs mód a tárban meglevő többletinformációkra támaszkodni. A szószinten – mint már jelentést is reprezentáló szint – hibás lesz az eredmény, az „output”. Szemléletesen mutat ilyen különbséget Tarnóczy ábrája (vö. 1984, 192), vizuális megközelítésben (14. ábra).



14. ábra Két optikai jelsor viselkedése zavar hatására. A jobb oldali redundáns jelsor értelme a megmaradt elemekből visszaállítható

Mindezek a tények vezettek ahhoz a feltevéshez, hogy a csak invariáns jegyet (vagy annál alig valamivel több információt) tartalmazó hangsorok alkalmasak hallás- és beszédmegértési vizsgálatokra. A feltétel az, hogy ilyen hangsorokat létre lehessen hozni, valamint hogy hangzásuk egyenértékű legyen a természetes beszédével. Ezeknek a teljesülése például szavakban bizonyos értelemben egyesítené a tisztahang- és a beszédaudiometriát. A hallás és a megértés vizsgálatának anyaga így beszéd lehetne, mégpedig a mesterséges beszéd, amely alkalmas arra, hogy a hallástartomány meghatározott frekvenciasávjainak működéséről felvilágosítással szolgáljon.

Hogyan képzelhető el elméletileg a hallástartomány vizsgálata mesterséges hangsorokkal? Lássunk erre egy példát! A percepció eredményekből tudjuk, hogy egy [sa:] hangkapcsolat mássalhangzóját akkor értjük jól, ha a réshang zöreijösszetevője 4000 Hz-en felüli frekvencián van. Ha tehát előállítható ez a hangkapcsolat – mester-

ségesen — úgy, hogy a [s] zöreje például 5000 Hz-en helyezkedik el, s a frekvenciatartomány az adott időtartamban másutt nem tartalmaz a mássalhangzóra jellemző komponenseket, feltételezhető, hogy a felismerése abszolút helyes lesz. Tegyük fel azonban, hogy olyan kísérleti személy hallgatja, akinek 4000 Hz-től kezdve erősen csökkent a hallása (mindkét oldalon). A hallássérült személynél a jelfeldolgozás első szintjén zavar támad: az 5000 Hz-es zörejt ugyanis — a halláscsökkenés mértékétől függően — más-más hangként fogja értékelni, esetleg egyáltalán nem fogja meghallani. A [sa:] felismerése [fa:]-vá, [fa:]-vá, [ha:]-vá, majd [ta:]-vá, végül [a:]-ra fog torzulni. Mindezzel szemben a természetes [sa:] hangsort, akár férfi, akár nő ejtésében, ez a hallássérült személy a többletinformációk alapján még tökéletesen azonosítja.

Felvetődik a kérdés, vajon hol a legcélszerűbb ennek a kutatási eredménynek az alkalmazása. Elsősorban ott, ahol a hallás- és beszédmegértési vizsgálatok elvégzése nehézséget jelent. Megoldatlan az óvodáskorú gyermekek tömeges és megbízható hallás- és megértési szűrése, a diffúz dyslaliás gyermekek és a mentálisan károsodott gyermekek vizsgálata. Fontosságát az is mutatja, hogy az Egészségügyi Minisztérium szakmai irányelvben írja elő a 0–18 évesek audiológiai szűrővizsgálatát (7006/1983. Eü. K. 12). Az ehhez kapcsolódó szakmai vélemények és tapasztalatok azt mutatják, hogy a legnagyobb módszertani nehézség éppen a 3, illetőleg 3–6 éves korosztállyal kapcsolatban van (vö. Szabó E.—Szabó Gy.—Simon 1984).

A továbbiakban áttekintjük a kisgyermek hallásának és beszédmegértésének fejlődését, valamint a kisgyermekkorú audiológiai vizsgálat jelenlegi gyakorlatát.

A kisgyermek hallásának és beszédmegértésének fejlődése

A gyermek beszédelsajátítása folyamán szoros kapcsolatban fejlődik az ún. artikulációs és a percepció bázis. A megértés eleinte nagymértékben megelőzi a produkciót, majd a köztük lévő nagy különbség egyre csökken (a fejlődés állandó kölcsönhatást tételez fel).

A megszületés pillanatában a hallási rendszer alkalmas hangjelenségek felfogására. Az újszülött hallószerve általában morfológiailag kialakult (Selnés—Whitaker 1976), noha bizonyos myelinizációs folyamatok az élet első 9 hónapjában fejlőd(het)nek ki (Götze 1984). Az újszülöttnak a felnőttével közel azonos méretű „tympanum”-ja és jól formált cochleája van. A hallási rendszernek a beszédmegértéshez szükséges működése azonban relatíve hosszú folyamat, tanulás eredménye. Ezalatt a különböző ingerek feldolgozása egyre pontosabbá, részletezőbbé válik, alkalmassá a beszédhangjelenségek fogadására. A folyamat az anyanyelvi hangzás akusztikumának feldolgozásán alapszik. A gyermek hallásérzékenysége kb. 14 éves kor körül éri el azt a szintet, amely majd a felnőtt hallásképeségét jellemzi. A kutatási eredmények alapján feltételezik, hogy a megfelelő idegpályák és agyi központok fejlődése, a bevésődés például az életkorral nagyjából párhuzamosan halad előre (Selnés—Whitaker 1976). Saját beszédaudiometriás eredményeink alátámasztották, hogy a 3–8 éves gyermekek beszédfelismerése életkoruktól függően változik (Farkas—Gósy—Hirschberg 1983a). 2175 normál hallású 5–14 éves amerikai gyermek mindkét fülének hallásérzékenységét vizsgálták szinuszhanggal négy különböző decibelértéken és hét frekvencián. A fejlődés legnagyobb mértékben azt a frekvenciatartományt érinti, amelyben a beszéd akusztikailag döntően megvalósul, vagyis a 100–4000 Hz-es tartományt.

Az elmúlt 10 évben a gyermek beszédmegértési folyamatának tanulmányozása gyorsan fejlődött, amit számos eredmény fémjelez. A kutatások Eilers összegzésében a következő témákra oszlanak: a megértés fejlődésében bekövetkező változás folyamata; a nyelvi tapasztalat szerepe a fejlődésben; a gyermek percepció „képességének” eredete; a „képességek” filogenetikai jelentése; a csecsemőkori beszédpercepció kapcsolata a későbbi gyermekkor beszédmegértésével (1980, 23). A beszédmegértést jellemző általános törvényszerűségek – a szakirodalmi eredmények és empirikus tapasztalataim alapján – az alábbiak: a) verbális ingerek megléte nélkül a beszédmegértés folyamata nem indulhat meg (függetlenül attól, hogy e mögött miféle ok rejtőzik, például inger-szegény környezet, hallásproblémák); b) a beszédmegértés és a beszédprodukciónak kölcsönhatásban fejlődik, bármelyik zavara hatással lehet a másik folyamatra; c) a megértési szint mindig felülmúlja a produkciót és d) a beszédmegértést hosszú időn keresztül extra- és paralingvisztikai tényezők segítik, ezek funkcióját fokozatosan nyelvi formák veszik át.

Az első életévben tapasztalt beszédpercepció elsősorban pszichoakusztikai jellegű sajátságok halmaza; az anyanyelv megértésével kapcsolatos kísérletek néha ellentmondásos eredményekre vezettek (összefoglalóan ld.: Gósy 1984b). A megértés fejlődésének egyes fokozatai – szakirodalom és saját kísérletek alapján – a következők.

1. A megkülönböztetési képesség igen korai (már 2 hetes csecsemőkkel kimutatható). Ez már bizonyos hallási tapasztalaton alapszik, de a nyelvi tapasztalattól teljesen független neurális rendszer működési eredménye.

2. Vitatott még ma is a szegmentális és a szuprasegmentális szint percepciójának viszonya. A fejlődés elején feltehetően nincs köztük elsőbbségi viszony, később azonban könnyebb az időben kevésbé változó jelenségeket a gyermeknek felismernie és azonosítani. A legvalószínűbb, hogy a beszédet a kezdetektől a maga komplexitásában érzékeli a gyermek.

3. Nagyjából és körülbelül hat hónapos korra tehető bizonyos anyanyelvi sajátságok jelentkezése. Ekkor már beszélhetünk a szegmentális hangszerkezet bizonyos mértékű percepciójáról is.

4. A tulajdonképpeni beszédmegértés akkor kezdődik, amikor a gyermek bizonyos jeleknek és ezen jelek legegyszerűbb viszonyának konvencionális tartalmát elsajátította. Ez az anyanyelvi percepció bázis kialakulásának kezdete.

5. A holofrázisok időszakában (nagyjából egyéves kor) a globális percepcióval jellemezhető a gyermek beszédmegértése. (Ez a kifejezés nem ugyanazt a tartalmat takarja, mint amikor a felnőtt megértési mechanizmusának tárgyalásában használtuk.) Ennek a globális percepciónak a lényege, hogy a beszédüzenet felfogása a szegmentális, a szuprasegmentális hangszerkezet dekódolásán kívül magában foglalja az extra- és a paralingvisztikai tényezők információját is (utóbbiak nemegyszer egyértelműek a gyermek számára).

6. Az ún. telegrafikus beszéd időszakában (kb. kétéves kor) a globális percepció egyre részletezőbbé válik; ekkor jellemző az ún. kulcsszó-stratégia – a felismert és azonosított egy vagy több szemantikai egység alapján következteti ki a gyermek a teljes közlés értelmét.

7. Két- és hároméves kor között három fokozattal jellemezhető a gyermek beszédmegértése: a) a saját és a felnőttek ejtésének tárolása, a megfelelő előhívása; b) a

kétféle reprezentáció megléte ellenére a gyermek már a felnőtt ejtés alapján azonosít; c) minden helyzetben a felnőtt ejtés dominál: a hároméves gyermek anyanyelvi percepció bázisa alapfokon kialakult; hasonlóképpen a beszédprodukció is (utóbbira vö. Gósy 1984a).

8. Hangsorok szegmentálására a gyermek ekkor még képtelen, de a megértési mechanizmusa már lehetővé teszi az anyanyelvi fonotaktikai szabályoknak lényegesen nem ellentmondó hangsorok pontos visszamondását, vagyis beszédhangok kötelező egymásutániségének reprodukálását olyan helyzetben, ahol a szemantika nem segíti (Farkas–Gósy–Hirschberg 1983a).

9. Hatéves korára képessé válik a gyermek a szavakat alkotó beszédhangok bizonyos mértékű elkülönítésére. A hatéves korra kialakult beszédmegértés szintje lényegesen eltérő lehet az egyes gyermekek között. Az azonosan éphalló hatéves megértési szintjét vizsgáló kísérlet tanúsága szerint a különbségek nagyobbak a feltételezettnél (Gósy 1984c). A százaléokban megadott értékek szerint jól összemérhető a gyenge és a jó teljesítmény. A három decibelértéken (50, 40, 30 dB) felváltva, a jobb oldali és a bal fülbe hallott 10-10 szót a hatévesek legjobbjainak egyike a következőképpen mondta vissza (100%-nak az egy-egy decibelértéken hibátlanul visszamondott 10 szót vettük): 100%, 60%, 30%, ami azt jelenti, hogy még a leggyengébb erősségen is 3 szót hibátlanul ismert fel. A leggyengébb teljesítményű hatévesek egyikének eredménye: 50%, 30%, 0%, vagyis a legerősebb értéken adva a 10 szót, mindössze a felét volt képes hibátlanul visszaadni, ennek megfelelően „romlott” a halkabb szavak felismerése. Ez a kísérlet annak az összefüggésnek az igazolásával zárult, hogy a magas szintű beszédmegértési készséggel jellemzett gyermek olvasási készsége is igen jó volt és fordítva.

A beszédmegértés fejlődése már 3 éves kortól (sok esetben fiatalabb életkorban is) eléri azt a szintet, hogy minősíthető legyen. Ez pedig azért igen fontos, mert legnagyobb eredménnyel hatéves kor el ő t t fejleszthető.

Kisgyermek hallásának és beszédmegértésének vizsgálata (a hagyományos gyakorlat)

A kisgyermekek vizsgálatára lényegében ugyanazok az eszközök állnak rendelkezésre, mint a felnőttek esetében. A hallásmérés lehet szubjektív, itt igen fontos a gyermek közreműködése és a vizsgáló személy jártassága; és objektív, ebben az esetben a vizsgálat céljának megfelelő műszerek jelzéseire épül a szakvélemény (pl. impedancia-mérő, BERA). A szubjektív audiometriához tartoznak: a) sügött és társalgó beszéddel történő hallásvizsgálat (hallástávolság megállapítása); b) hangvilla alkalmazása; c) tisztahang-audiometria; d) ún. küszöbfeletti vizsgálatok és e) beszédaudiometria. Röviden ismertetjük ezeket a vizsgálati módokat, valamint a szórás gyakorlatot.

a) Sügött és társalgó beszéddel történő hallásvizsgálat. — A hallásvizsgálat legegyszerűbb formája, eredménye alapján következtetni lehet a beszédmegértésre is. A mérés csendes helyiségben végzendő, ahol a vizsgált gyermek és a vizsgáló személy között 6 méter távolság kialakítható. A gyermek féloldalt ül (vagy áll) úgy, hogy a vizsgálni kívánt fül a vizsgáló személy felé legyen (a másik fület — lehetőség szerint — egy segítő elfedi, egyúttal eltakarja a gyermek szemét, nehogy a „szájáról olvasás” segíthesse a megértést). Hat méter távolságból ún. tartalékkevegővel súgjuk a szavakat (egy és két szótagú tesztszavakat, illetve számokat), a gyermek feladata azok hangos ismétlése. A vizsgálat előnye, hogy általános kép alkotható a gyermek hallásáról; hátránya — kü-

lönösen szűréskor —, hogy a kívánnál lényegesen nagyobb mértékben alapul mind a vizsgáló személy, mind a gyermek szubjektíván; a sűgás „hangerejének” mértékét csak hosszú gyakorlással lehet megközelítőleg azonosra kialakítani. Ha a gyermek az 1 méteren belüli sűgást nem érti, akkor ún. társalgó beszéddel vizsgálunk. A módszerrel nem fedhető fel minden hallászavar.

b) Hangvilla alkalmazása. — A hangvillákat 1802-ben Chladni használta először hallásvizsgálatra. A vizsgálati eredmény felvilágosítással szolgál a hallászavar feltehető helyéről, ezáltal diagnosztikailag fontos adatokat kaphatunk. Rendszerint két (egy magas és egy mély) hangvillát használunk. A vizsgálattal egyfelől a két fül csontvezetési hallásának egymáshoz való viszonyáról tájékozódhatunk (Weber-vizsgálat), másfelől elkülöníthető egymástól a vezetési és az idegi eredetű halláscsökkenés (Rinne-vizsgálat). A lecsengési idő mérésével vagy normál füllel történő összehasonlításával a hallásküszöb tájékozódó meghatározására is alkalmas.

c) Tisztahang-audiometria. — Eszköze az audiométer, amellyel az egyes frekvenciákon éppen észlelt szinuszhang aktuális intenzitásértékének jelölésével felrajzolható az ún. küszöbgörbe. Ép hallás esetén a görbe (camera silentában mérve) hozzávetőlegesen 0 dB-nél húzódik. (0 dB-nek azt a szintet tekintik, amely hangnyomásban $0,0002 \text{ din/cm}^2$, energiában $10^{16} \text{ Watt/cm}^2$ 1000 Hz-en, vö. Halm 1963, 40.) E vizsgálatnál különböző decibelértékeken eltérő frekvenciájú szinuszhangot juttatnak fülhallgatón keresztül — felváltva — a gyermek jobb oldali és bal fülébe. A gyermek feladata, hogy (kézfeltartással, hanggal vagy más, játékos formában) jelezze, ha a szinuszhangot meghallotta. A különböző frekvenciájú (125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 6000, 8000 Hz-es) szinuszhangot egyrészt légvezetéssel (fülhallgatón át), másrészt csontvezetéssel (megfelelő vibrátorral) juttatják a gyermekekhez. Ez az ún. lég-csont-köz ellenőrzésére szolgál.

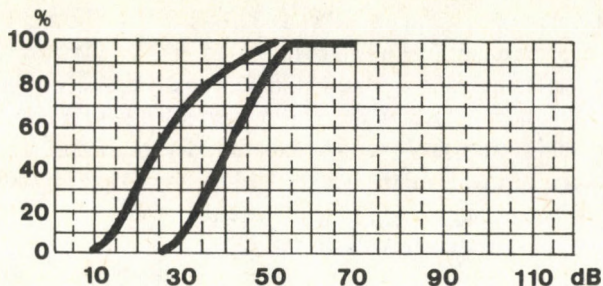
A tisztahang-audiometria a beszédmegértéshez szükséges finomabb működések (mint amilyen például a felpattanó zárhangok képzési helyének pontos azonosítása vagy a zöngés és zöngétlen mássalhangzók elkülönítése) esetleges hibájáról azonban igen kevés (vagy egyáltalán nem) szolgál felvilágosítással. A tisztahang-audiogram korlátozottan tájékoztat a halláskárosodásnak a beszédpercepcióra gyakorolt hatásáról is (Risberg—Agelfors 1984, 59).

d) Küszöbfeletti vizsgálatok. — További speciális kérdések megválaszolásához ún. küszöbfeletti vizsgálatok szükségesek. Ezek elsődleges célja a hallásromlás helyének minél pontosabb behatárolása: azoknak a betegségeknek az elkülönítése a belső fülben, amelyek a Corti-szervhez, illetőleg a hallóideghez köthetők (Fleischer 1976, 12—3).

e) Beszédaudiometria. — A beszédmegértés vizsgálatára szolgál. Különböző intenzitásértékeken szavakat kell a vizsgált személynek felismernie és visszamondania. A beszédaudiometria atyja a magyar Högyes Endre. Már a múlt században is kevesellték ugyanis a beszédmegértés mérése nélküli hallásvizsgálatokat. A gyermekek beszédaudiometriás vizsgálata 1924-re nyúlik vissza, és Fletcher nevéhez fűződik (vö. minderre: Götze 1974, 19).

A tapasztalat az, hogy a második életévben a szó alkalmassá válik hallásvizsgálatra (Götze 1974, 85). A gyakorlat azt mutatja, hogy a gyermek sokkal jobban reagál a szavakra, mint a szinuszhangokra (Hahlbrook 1970, 97). A kisgyermekkorú beszédaudiometriához kétféle teszt is rendelkezésre áll (Götze 1974; Farkas—Gósy—Hirsch-

berg 1983b). A kísérleti eredmények szerint a 3–6 évesek megértési küszöbe (egy szótagú, ismert jelentésű szavak alkalmazásával) 40 dB-en van, itt 50%-os a megértés. A 100%-os megértés 60 dB-nél következik be (Farkas–Gósy–Hirschberg 1983b). A 15. ábra a felnőttek és a gyermekek felismerési arányait mutatja az intenzitás függvényében.



15. ábra Felnőttek (bal oldalon) és gyermekek (jobb oldalon) megértési görbéje

A tisztahang-halláshoz relatíve nagyon kevés működő rost kell. Az olyan komplex hangjelenség felfogásához, mint a beszéd: nagyon sok (Götze i. m. 158). Láttuk, hogy azonosan ép hallás (ép küszöbgörbe) mellett mekkora az eltérés a beszédmegértési teljesítményben; bizonyos centrális zavarok rejtve is maradhatnak, mert ép a küszöbgörbe. Idős korban előbb jelentkezik a normáltól való eltérés a beszéd-audiogramon, s csak azután a tisztahang-audiogramon.

f) Szűrés. — A gyermekek hallásának és beszédmegértésének szűrése gyakorlatilag nem megoldott. (A hagyományos eljárás az, hogy a nagycsoportos óvodás gyermekek hallásszűrését audiológus asszisztens, helyenként audiológus orvos, ritkábban védőnő végzi el. Ez azonban nem terjed ki az összes hatévesre, s a szűrés meg- vagy nem történte lényeges különbségeket mutat az ország földrajzi megoszlásának tekintetében. Nem hivatalos adatok szerint az iskolába lépő gyermekeknek csak mintegy 30–40%-a esik át ilyen szűrésen.) A beszédmegértés fejlettségét egyáltalában nem vizsgálják.

A hallásszűrés az esetek többségében mindössze három, esetleg négy (!) frekvenciát érint: az 500, az 1000, a 2000 és a 4000 Hz-et (az óvodai zajtól függően általában 20–30 dB-en). Nincsen hivatalosan megállapított kötelező szűrési frekvencia, például Kollár csak hármát kíván meg szűrésnél: az 500, az 1000 és a 4000 Hz-et (1977, 29). A szűrés eredménye ennek megfelelően meglehetősen durva, kisebb zavarok rejtve is maradhatnak; egyáltalán nem foglalkozik a beszédértéssel, és a kevésbé intelligens vagy erősen szorongó gyermekek eredménye kérdéses lehet.

Kísérleti adatok nyújtanak felvilágosítást arról, hogy az egyes frekvenciasávokon áteresztett beszéd milyen arányban marad érthető (a frekvenciasávot oktávsvávokban mérve). A magyar beszédre vonatkozólag Tamóczy mérési eredményeit közöljük a 18. táblázatban (1984, 194).

18. táblázat

Sávközép (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000	8000
A magyar beszéd érthetősége (%)	2	13	18	22	22	20	3

Az adatok azt mutatják, hogy az 500, 1000 és 4000 Hz-en összegezve, 60%-osra tehető a megértés, amely az alkalmazott nyelvi anyagtól függően változó lehet. A 125–250, 2000, illetőleg 6000–8000 Hz-en esetleg meglevő károsodás a beszédmegértésben komoly nehézségeket okozhat, jól tettenérhető ez az írás–olvasás elsajátításában és az idegennyelv-tanulásban, illetve a televízió-, rádióadások megértésében, a telefon közvetítette kommunikációban. Nem mellőzhető tehát a „teljes” hallástartomány ellenőrzése a gyermekek szűrésekor.

Az új eljárás nyelvi anyagának összeállítása

A beszédaudiometriában használt szóanyag kiválasztásakor meghatározott szempontokat kell figyelembe venni; ilyen elsősorban az, hogy a 10-10 szóból álló szóso-roknak tükrözniük kell az adott nyelv beszédhangjainak gyakoriságát (Hahlbrock 1970; Götze 1974; Chilla–Gabriel–Kozielski 1977). Az eljárásunkhoz tervezett teszt-anyag kialakításakor más szempontok figyelembevétele volt elsődleges. Ezek a követ-kezők:

- a) a teszt olyan egy szótagú értelmes szavakból álljon, amelyekben nincsen más-salhangzó-kapcsolat,
- b) a szavak ennek megfelelően minimálisan két, maximálisan három beszédhangot tartalmazzanak,
- c) főként azok a beszédhangok szerepeljenek, ahol a frekvencia mint elsődleges felismerési kulcs jelentkezik,
- d) olyan szavakból álljon a teszt, amelyekben egyrésről csak alacsony, másrés-ről csak magas frekvenciás (nem 'gyakoriság' értelemben!) beszédhangok van-nak, kisebb mértékben forduljanak elő e tekintetben vegyesek. Például: *bű, szűz, busz,*
- e) a szavak lehetőleg minél többféle beszédhangot tartalmazzanak,
- f) nagyobb részük ismert legyen az óvodáskorúak számára,
- g) többségükben ugyanazon szófajhoz tartozzanak (lehetőleg főnevek legyenek).

Mindezek figyelembevételével meglehetősen nehéz volt egységes nyelvi anyagot létre-hozni; ezért a felsorolás sorrendjének megfelelően súlyoztuk a kritériumok érvényesü-lését. A kísérletekhez összeállított szóanyag (összesen 40 szóval): *meggy, síp, búr, ás, gép, zsír, bot, szél, gyík, szű, mos, sir, bók, szűz, ágy, sző, bor, csók, kút, ész, bőr, csíp, szög, cél, gáz, szij, bú, só, dob, zsák, bab, sár, busz, ősz, mák, sín, bál, szék, méz, cím.*

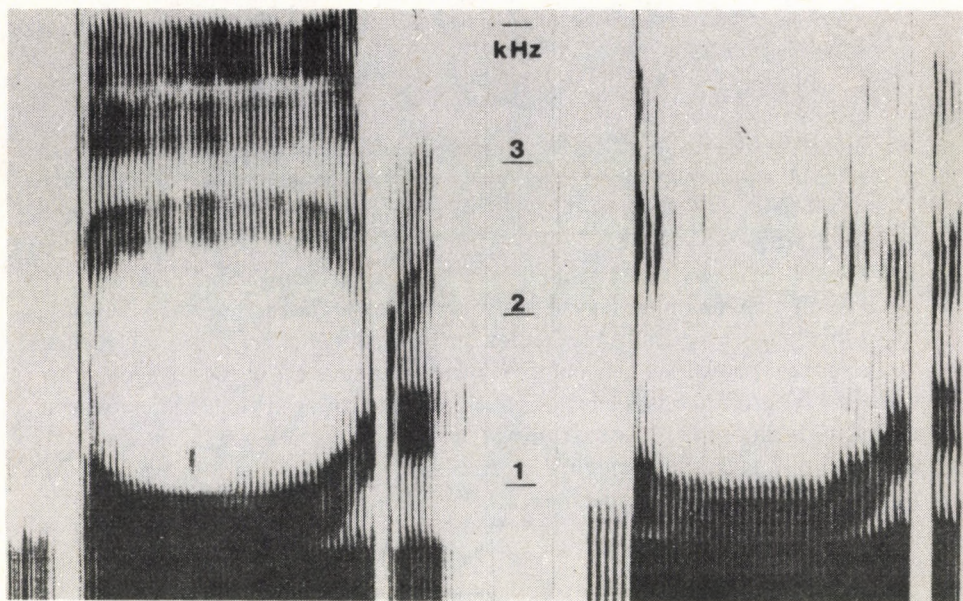
A mesterséges szavak előállítása

Mesterséges hangsorok többféle módszerrel állíthatók elő; három nagy csoport-juk: a formánsszintézis, az ún. LPC és a hullámszintézis (vö. Gordos–Takács 1984). Olyan hangsorok előállításához, ahol előre meghatározott – kikísérletezett – értékre

kell az adott paramétereket beállítanunk, legmegfelelőbb a formánsszintézis eljárása (a korábbi fejezetekben leírt szintetizáló módszer is ez volt). A Nyelvtudományi Intézet fonetikai laboratóriumában levő OVE III beszédsszintetizátor és PDP 11/34-es típusú számítógép segítségével állítottuk elő a tesztanyag szavainak szintetizált változatát. (A formánsszintézis módszeréről: Kiss–Olaszy 1982.)

A mesterséges szavakat több lépcsőben, fokozatosan alakítottuk ki. Ezek a fokozatok a következők voltak:

- a tesztszavakat természetes, férfi ejtésben rögzítettük magnetofonszalagra,
- a természetes szavak akusztikai szerkezetének elemzése (frekvencia, intenzitás, idő tekintetében)
- a mesterséges hangsorok generálása az UNIVOICE szintetizáló rendszerrel
- a mesterséges változatok akusztikai szerkezetének elemzése (frekvencia, intenzitás, idő)
- a természetes és a mesterséges hangsorok akusztikumának és hangzásának összevetése
- a generált hangsorok akusztikai szerkezetének módosítása a természetes ejtés elemzett összetevőinek és hangzásának alapján
- a mesterséges szavak hangminőségének javítása, kísérleti személyek véleménye alapján
- az akusztikus invariáns jegy percepciójáról kapott eredmények beépítése a mesterséges hangsorok szerkezetébe, az előző fejezetek adatai alapján: a redundancia csökkentése. Az így létrehozott és a természetes szó akusztikai szerkezetének különbségét szemléletesen mutatja a 16. ábra.



16. ábra A *búr* szó akusztikai szerkezete természetes ejtésben (bal oldalon) és mesterséges előállításban (jobb oldalon)

- a beszédhangok összetevőinek előre meghatározott frekvenciasávokra koncentrálására, például a mássalhangzó zörejjegének változtatása a frekvenciatengelyen (a *szű*-nál például 4000 Hz, a *szél*-nél 6000 Hz, a *szűz* esetében 7000 Hz)
- a módosított frekvenciaszerkezetű mesterséges hangsorok felismerésének vizsgálata: tesztelés.

A több kísérletben tesztelt szóanyag végleges formájában alkalmassá vált a további vizsgálatokhoz. Táblázatos összefoglalásban közöljük három mesterséges szó akusztikai paramétereit, ezek: *bú*, *sír*, *szűz* (19., 20. és 21. táblázat).

A mesterséges szavak szűrőfunkciójának működése

A fejezet elején ismertettük a hallástartomány vizsgálatának lehetőségét az új eljárással elméleti szempontból. A kísérleteink leírását megelőzőleg példával mutatjuk be az elméletileg feltételezett szűrőfunkció működési szabályait.

Ismeretes, hogy ép hallás esetén 60 dB-en 100%-os a megértés (ez a tisztahangaudiogramon azt jelenti, hogy a küszöbgörbe 10 és 20 dB között helyezkedik el, klinikai körülmények között mérve – nem tekintve most itt bizonyos centrális hallászavarokból adódó eltéréseket). Ha a küszöbgörbe lejjebb „csúszik”, azaz halláskárosodás áll fenn, akkor a 60 dB-es értéken nem lesz 100%-os a megértés. Tudjuk továbbá, hogy az egyes szavakat milyen szerkezetű beszédhangok építik fel, ezeknek a percepciója állandó hangerő mellett, felvilágosítással szolgál a hallástartomány ép voltáról vagy csökkent működéséről. Szemléletesen mutatja ezt a szűrőfunkciót a 17. ábra.

Magyarázatul vegyünk egy példát! Tegyük fel, hogy a vizsgálni kívánt gyermek az egyik fülére az 1500 Hz alatti frekvenciákon nem hall jól, kismértékű halláscsökkenése van (az 1500 Hz feletti frekvenciákat tekintve éphallású). Ebbe a fülbe, 60 dB-es hangerőn adjuk a gyermeknek például a *bú* szót. A jellemző frekvenciaértékek, amelyek észlelése feltétlenül szükséges a szó értéséhez, a következők: 250–300 Hz, 600 Hz (a harmadik összetevő, amely 2600 Hz-en van, sem a mással-, sem a magánhangzó azonosítását nem teszi lehetővé önmagában). A halláscsökkenés mértékétől függően a *bú* szót a gyermek tökéletesen ismeri fel, *tú*-nak, *ú*-nak hallja, vagy képtelen ismételni az elhangzottakat. Tegyük fel továbbá, hogy ez a gyermek a másik fülén sem hall jól, itt ún. magashangcsökkenése van (ez természetesen csupán magyarázó példa!). 4000 Hz fölött nem észleli a szükséges hangerőn a hangokat. A *szék* szó megértéséhez képesnek kell lennie a 400 Hz, a 2000 Hz és a 6000–8000 Hz-es frekvenciák percepciójára. A gyermeknek ezt a szót adva ebbe a fülébe 4000 Hz-ig fog hibátlanul azonosítani, tehát az [e:]t fel fogja ismerni, a [s]-t azonban már nem; a halláscsökkenés mértékétől függően *fék*-et, *ék*-et fog ismételni.

Az alkalmazás módszere

A mesterséges szavakból álló tesztanyagot a beszédaudiometriában szokásos módszerrel használtuk a kísérletekben. Mint korábban már említettük, ez azt jelenti, hogy a szavakat fejhallgatón keresztül, különböző erősségeken hallja a gyermek, egyszerre csak az egyik fülében. Feladata azok elhangzása után rögtön ismétlésük. Az egyes szavakat 8 mp-es szünetekkel rögzítettük magnetofonszalagra; a tapasztalat az, hogy ez az időtartam – két szó között – elegendő arra, hogy a gyermek felismerje és

KÓDSZÁM: BÚ

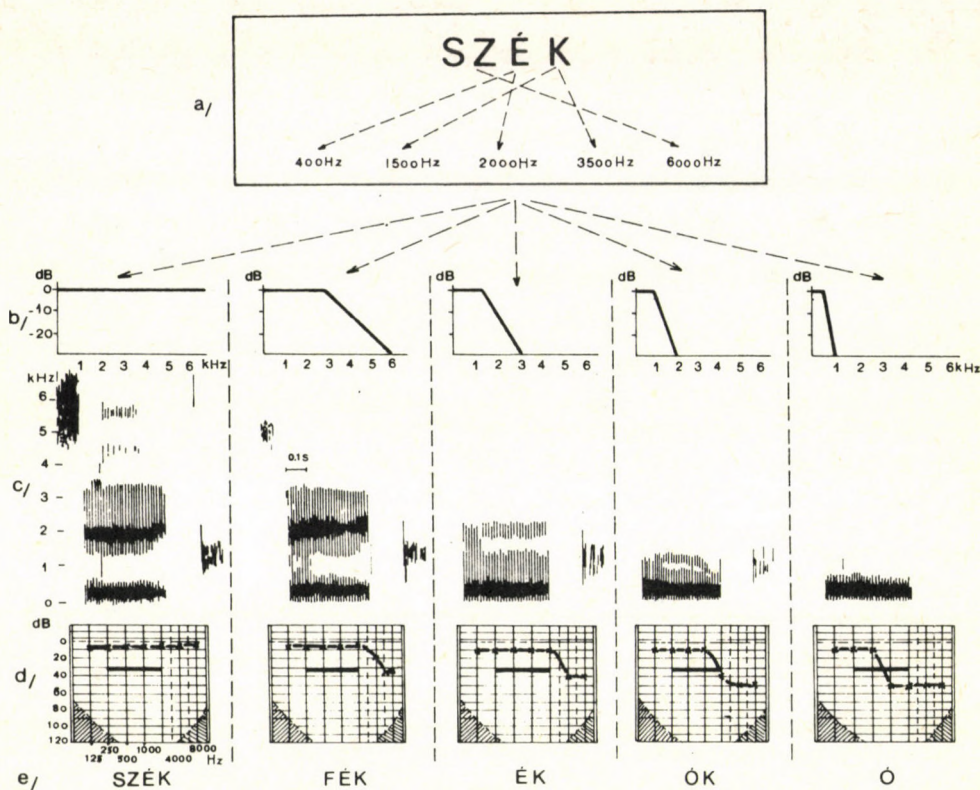
AZONOSÍTÓ	IDŐ (ms)	IDA	A0 (dB)	F0 (Hz)	F1 (Hz)	B1 (Hz)	F2 (Hz)	B2 (Hz)	F3 (Hz)
B1	40	30	2	97- -92					
B2	60	10	3- -2	100- -97					
B3	40	1	8- -10	122	400- -300	60	654	62	2614
BU	40	10	12- -14	122- -116	300	60	654- -617	93	2614
U1	40	12	14	112- -109	300- -252	60	617	93	2614
U2	40	40	14	109	252	60	617	93	2614
U3	40	25	12-0	109- -112	252	60	617	93	2614

KÓDSZÁM: S1R

AZONO- SÍTÓ	IDŐ (ms)	IDA	A0 (dB)	F0 (Hz)	F1 (Hz)	B1 (Hz)	F2 (Hz)	B2 (Hz)	F3 (Hz)	B3 (Hz)	+AC (dB)	AK (dB)	K1 (Hz)	K2 (Hz)
S1	60	30									6- -22	16	1796	2540
S2	10	70									28	16	1796	2540
S3	40	10									24	16	1796	2540
SI	40	1	0- -4	133- -122	212	60	1796- -1903	155	2614					
I 1	40	10	6- -10	122- -116	212	60	1903- -2016	155	2614	500				
I 2	40	12	10	116- -112	212	60	2016- -2263	186	2614	500				
I 3	40	12	10	112	212	60	2329	186	2614	500				
I 4	40	12	10	112	212- -245	60	2329- -2136	186	2614	500- -250				
IR	50	15	10	116	252- -300	60	2075- -1849	186- -93	2614					
R1	40	8	6-0	112- 106	300- -400	60- -96	1796	93	2614					
R2	40	3	0- -4	106	400	60	1745		2614					
R3	50	4	6-0	103	400		1745		2614					

KÓDSZÁM: SZŰZ

AZONO- SÍTÓ	IDŐ (ms)	IDA	A0 (dB)	F0 (Hz)	F1 (Hz)	B1 (Hz)	F2 (Hz)	B2 (Hz)	F3 (Hz)	AC (dB)	AK (dB)	K1 (Hz)	K2 (Hz)
SZ1	60	25								0- -20	22- -6	6041	11079
SZ2	20	30								22- -24		6041	11079
SZ3	40	30								25- -22		6041	11079
SZŰ	40	1	0- -12	112	206	60	1647		2691				
Ű1	40	10	12	112- -109	206	60	1647		2614- 2540				
Ű2	40	10	12- -14	109 -106	206	60	1647		2468- -2397				
Ű3	40	35	14	106- -103	206	60	1647- -1796		2397				
ŰZ	40	10	14- -10	103- 100	206	60	1796- -1647		2397- -2468	0- -12		6041	9051
Z1	40	10	10	100	206- -238	60	1647	31- -93	2468 -2614	16		6041	9051
Z2	50	10	8- -6	100	259	96	1647	93	2691	14- -10		6041	9051
Z3	60	10	6-0	100	218	96	1600	93	2614	16- -14		6041	9051



17. ábra A mesterséges hangsor szűrőfunkciójának működése halláskárosodás esetén (a = a *szék* szó megértéséhez szükséges frekvenciaértékek; b = a szűrőállások a frekvenciaszűrés mértékét jelzik; c = a hangszíneképeken a *szék* szó szűrés után megmaradt akusztikai szerkezete látható; d = az audiogramokon küszöbgörbe szemlélteti a feltételezett hallásromlás fokát; e = a *szék* helyett felismert hangsorok)

hangosan megismételve a hallott hangsort. Ugyanilyen módon rögzítettük magnetofon-szalagra a tesztanyagot természetes ejtésben, a későbbi párhuzamos kísérletek lefolytatásához. A felnőttekkel végzett kísérletekben a résztvevők a szó elhangzása után leírták, hogy mit hallottak. A gyermekekkel történt kísérletek esetében a gyermek hangos ismétléseit, visszamondásait a kísérletvezető azonnal leírta (rögzítve a gyermek életkorát, az aktuális intenzitásértéket, valamint a szóanyag típusát, ti. természetes vagy mesterséges változat volt-e).

Éphalló felnőttekkel és gyerekekkel végzett kísérleteinkben a lejátszási hangerő konstans volt: 60 dB, ezen az értéken 100%-os klinikai körülmények között az egy szótagú, természetes magyar szavak megértése.

Kísérleti anyagunkat laboratóriumi, klinikai és óvodai körülmények között próbáltuk ki. Tekintve, hogy a létrehozott mesterséges hanganyag az akusztikai invariáns jegy hangsúlyozására épül, a kísérleteket az „invariáns jegy alkalmazása” kifejezés rövidítésével: IJA jellemeztük, és a könnyebb követhetőség érdekében sorszámoztuk.

Laboratóriumi kísérletek

Laboratóriumi kísérleteink egyik célja az volt, hogy megállapítsuk, vajon a mesterséges szavak hangminősége megfelelő-e, azaz éphalló, magyar anyanyelvű gyermek és felnőtt könnyen felismeri-e és megérti-e azokat. A másik cél annak a megállapítása, hogy a hangzásában egyenértékűnek tekinthető természetes és mesterséges szavak akusztikai szerkezetének különbsége a halláskárosodások jelzésére, tehát kiszűrésére alkalmas-e. Ezeknek megfelelően végeztük el az IJA 1. és az IJA 2. kísérletsorozatot.

IJA 1. – Az UNIVOICE rendszerrel létrehozott különböző nagyságrendű nyelvi egységek azonosítása, illetőleg megértése megközelíti, a szószinttől kezdve pedig eléri a természetesekét (Gósy–Olaszy 1983). Ennek alapján feltételeztük, hogy a több lépésben generált, többszöri lehallgattatással ellenőrzött szavaink – amelyek kiindulásául az UNIVOICE szolgált – érthetősége megfelel audiometria vizsgálatok anyagául.

15 felnőttel és 15 (4–10 éves) gyermekkel minősítettük a szavakat laboratóriumi körülmények között; audiométerrel összekapcsolt magnetofonról adtuk a hangsorokat, felváltva a jobb oldali és a bal fülbe. A felnőttek 60, 40 és 25 dB-en hallották a szavakat és leírták, hogy mit hallottak. A gyermekek 60, 50 és 40 dB-en hallották és ismételték a szavakat. A legerősebb intenzitáson mind a felnőttek, mind a gyermekek visszamondásai 100%-osak voltak. A kapott görbék alig tértek el a természetesekre megállapítottaktól, csupán lefutásukban voltak kissé meredekebbek –, ami egyértelműen a redundancia hiányával magyarázható.

IJA 2. – Laboratóriumi körülmények között halláskárosodásokat imitáltunk. Feltételeztük, hogy az eltérő akusztikai szerkezetű hangsorokban eltérő „zavar” keletkezik a „roncsolás” hatására, s ez a percepcióban is jelentkezik. A 40 mesterséges és 40 természetes ejtésű szót – a percepció kísérletekben ismertetett módszerrel – frekvenciaszűrővel szűrtük. Alul és felül áteresztő szűrőt használtunk 3000 Hz-ig, a műszer biztosította lépésekben (570 Hz, 680 Hz, 820 Hz, 1000 Hz stb. alatt, illetve fölött megmaradó jelek). Anyagunkat 15-féleképpen szűrtük. Az így kapott torzított beszédanyagot 5 éphalló felnőttel hallgattattuk le. A frekvenciaszűréssel különböző típusú és mértékű halláskárosodásokat imitáltunk. Az eredmények a következők: a) a természetes és a mesterséges szavak megértése közötti különbség feltűnő valamennyi szűrés esetében: jobb a természetes ejtésűek azonosítása (néhány esetben egyforma a válasz), vö. 22. táblázat; egy kísérleti személy válaszai 1000 Hz alatti és feletti szűrés esetén az eredeti szóhoz viszonyítva.

22. táblázat

Eredeti szó

Azonosított hangsor: term./mest.

1000 Hz alatti

1000 Hz fölötti összetevők esetén

<i>meggy</i>	<i>nagy</i>	<i>/-</i>	<i>meggy</i>	<i>/pötty</i>
<i>síp</i>	<i>fut</i>	<i>/fut</i>	<i>síp</i>	<i>/slut</i>
<i>búr</i>	<i>bul</i>	<i>/gór</i>	<i>búr</i>	<i>/pár</i>
<i>ász</i>	<i>áf</i>	<i>/át</i>	<i>ász</i>	<i>/ász</i>
<i>gép</i>	<i>gép</i>	<i>/-</i>	<i>gép</i>	<i>/kul</i>
<i>zsír</i>	<i>zsír</i>	<i>/vuk</i>	<i>zsír</i>	<i>/zsír</i>

<i>bot</i>	<i>bot</i>	/gó	<i>bot</i>	/dut
<i>szél</i>	<i>szél</i>	/ó	<i>szél</i>	/szél
<i>gyík</i>	<i>gyík</i>	/büg	<i>gyík</i>	/ék
<i>szú</i>	<i>szú</i>	/tú	<i>szú</i>	/szó
<i>mos</i>	<i>mos</i>	/mos	<i>mos</i>	/mos
<i>sír</i>	<i>szél</i>	/fúr	<i>sír</i>	/sír
<i>bók</i>	<i>bók</i>	/bók	<i>bók</i>	/bák
<i>szüz</i>	<i>szír</i>	/un	<i>szüz</i>	/szüz
<i>ágy</i>	<i>ab</i>	/ab	<i>ágy</i>	/ágy
<i>sző</i>	<i>szép</i>	/ó	<i>sző</i>	/sző
<i>bor</i>	<i>bor</i>	/bol	<i>bor</i>	/orr
<i>csók</i>	<i>cók</i>	/sók	<i>csók</i>	/csúk
<i>kút</i>	<i>kóc</i>	/hot	<i>kút</i>	/hót
<i>ész</i>	<i>óf</i>	/ó	<i>ész</i>	/ész
Helyes azonosítás				
%-ban:	45%	10%	100%	45%

b) Az adatok azt mutatták, hogy amennyiben a frekvenciaszűrés azt a tartományt érinti, amely az elsődleges felismerési kulcsot tartalmazza, akkor a megértés romlik: a torzulás mértéke attól függ, hogy mi a viszony a frekvencia mint azonosítási kulcs és a „levágott” frekvenciasáv között.

Klinikai kísérletek

A laboratóriumi kísérletek eredményei alapján a következő lépésben tesztanyagunkat klinikai körülmények között ép- és nagyothalló gyermekekkel hallgattattuk le. Feltételezésünk az volt, hogy a) az éphallók — a beszédaudiometriai eljárás alkalmazásakor is — a természeteshez hasonlóan, illetőleg ugyanúgy fogják a mesterséges szavakat visszamondani; b) a nagyothallók eltérően azonosítják a természetes és a szintetizált hangsorokat. Amennyiben e két feltételezést a klinikai kísérletek igazolják, akkor felállítható az a *munkahipotézis*, hogy a mesterséges hangsorokkal kimutathatók a halláskárosodások, mégpedig egyetlen hangerően, azon, amelyen az éphallók beszédmegértése természetes szavakra 100%-os.

A természetes és a mesterséges hangsorok akusztikai szerkezetének különbségét hallássérült gyermekek percepciójának megítélésére Angliában próbálták felhasználni (Hazan—Fourcin 1983); céljuk a gyermekek percepciók fejlettségének kimutatása volt. Kísérletükben stimulusként szintetizált magánhangzókat használtak. Feltételezik, hogy ha megállapítható, hogy az ép gyermek mikor sajátítja el a beszédhangok fő felismerési kulcsait, akkor megítélhető a halláskárosodott gyermek elmaradása is (41—2). Egy finn kutatócsoport ugyancsak szintetizált szavakkal kísérletezett: 50—160 szót adtak 1 perc alatt normál és hallássérült személyeknek (Rahkott—Karjalainen—Laine—Lavonen 1979) visszamondásra. Eredményeikből úgy tűnik, hogy e módszer alkalmas a centrális hallópályák működésének megítélésére (a közleményből nem derül ki, vajon miért alkalmaznak a természetes szavakkal ismert módszerben mesterségeseket).

IJA 3. — Klinikai kísérleteink anyagát az előzőekben ismertettük, a módszer a beszédaudiometriai eljárás volt. Ép- és nagyothalló gyermekekkel audiológiai állomá-

son teszteltük anyagunkat. A vizsgálatot két hét különbséggel végeztük: a gyerekek egyik csoportjánál a természetes ejtésű szavakkal, a másiknál a mesterségesekkel kezdtünk. MA 20-as típusú audiometert Uher magnetofonnal összekapcsolva használtunk. Az éphallóknak 50 és 60 dB-en, a nagyothallóknak azon az erősségen adtuk a szavakat, ahol a 100%-os korrekt felismerés természetes hangsorok esetében elérhető volt (vagy nagyfokú nagyothallás esetén megközelítette azt). A 20 éphalló gyermek középső és nagycsoportos óvodás volt, a nagyothallók 3–8 éves berendelt betegek, 40 fő. (A vizsgálatokat a Heim Pál Kórház audiológiáján végeztük.)

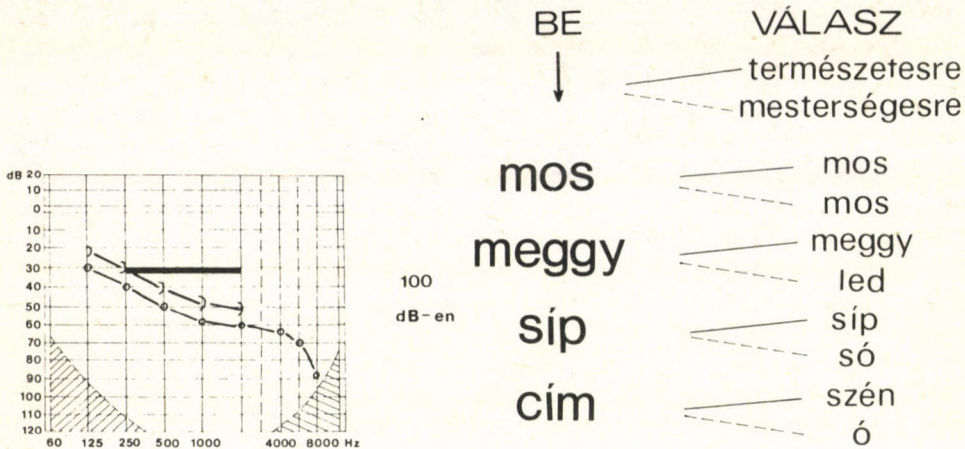
A 20 éphalló óvodás gyermek vizsgálatával kapott eredmények az alábbi tendenciákat mutatják:

- a gyerekek mind a természetes, mind a mesterséges szavakat visszamondták, azonosításukban lényeges különbség nem volt;
- a gyerekek számára érthetetlen szavak, amelyeket ők logatomokként mondtak vissza, ugyancsak jól jellemezték a megértési képességüket.

A 40 hallássérült gyermek halláskárosodásának típusa és mértéke eltérő volt.

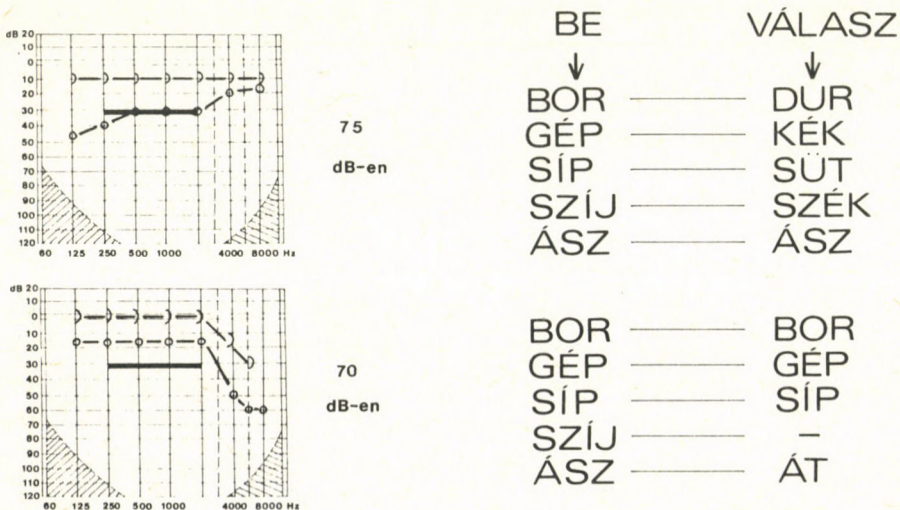
Az egy-egy fülbe juttatott 10 szó visszamondatása után ellenőriztük, hogy a gyermek válaszai mennyiben egyeznek meg halláskárosodásának típusával, mértékével, illetőleg a szinuszhanggal mért küszöbgörbével. Majd összevetettük ugyanazon beteg gyermek válaszait a természetes és a mesterséges szavakra. Azt láttuk, hogy a szintetizált szavak megértésének mértéke – csakúgy, mint a laboratóriumi szűrési kísérletben, az imitált halláskárosodásnál – korrelál a küszöbgörbe értékeivel. Ez azt jelenti, hogy ha a küszöbgörbe az alsóbb frekvenciákon mutatott az éphez képest negatív eltérést, akkor a gyermek a fülébe juttatott 10 szó közül azokat mondta vissza hibásan, amelyeknek felismerési kulcsa az alsó frekvenciasávok valamelyikébe esett (például [u, o] vagy [b, m]). Ha a küszöbgörbe a felső frekvenciákon nem érte el az éphallás szintjét, akkor a gyermek azokat a szavakat tévesztette, amelyekben a beszédhangok felismerési kulcsa a magas frekvenciákon volt (például [i:, ɛ:] vagy [s, f]). A percepciós kísérletekből láttuk, hogy a frekvenciaszűrés mértékétől függően törvényszerűen azonosítják a kísérleti személyek az egyes beszédhangokat más hangminőségeknek. A természetes beszéd esetén azonban ezek csak igen kis mértékben valósulnak meg, a fokozatok a nagyfokú redundancia következtében erősen lecsökkenten vannak jelen, illetve egészen eltűnnek.

A megelőző laboratóriumi kísérleteknél már látható volt, hogy nagyobb frekvenciaszűrés esetén is jól vagy közel jól azonosíthatók a természetes ejtésű szavak, míg mesterségesen előállított megfelelőik már torzak vagy teljesen felismerhetetlenek. A hallássérült gyermekeknek a kétféle tesztanyagra adott válaszaiból ugyanez a kép tárul elénk: ugyanazon intenzitásértéken adva a szavakat, lényegesen rosszabb a többletinformációt nem vagy kevéssé tartalmazó szintetizált hangsorok felismerése. A 18. ábrán egy, a jobb oldali fülére nagyothalló gyermek válaszait láthatjuk, a jobb fül audiogramjával együtt. Az ábra jól szemlélteti, hogy míg például a *síp* szót természetes elhangzásban a gyermek az adott intenzitáson (100 dB) jól értette, addig a mesterséges változatot már *só*-ként azonosította. Az [i:] magánhangzót, amelynek a második formánsa 2240 Hz-en van, hallásromlása miatt nem tudta helyesen felismerni. A magánhangzó többletinformációt gyakorlatilag nem tartalmazott, ezért a döntést a gyermeknek az észlelt „megmaradó” frekvencia, vagyis az első formáns alapján kellett meghoznia.



18. ábra Ugyanazon szavak természetes ejtésű és mesterséges változatának eltérő felismerései halláskárosodás esetén

Úgy is fogalmazhatunk, hogy az új eljárással a beszédaudiometriát közelítettük a tisztahang-audiometriához, amennyiben az előállított szavakkal egy vagy több frekvencián meg tudjuk ítélni a hallás épségét. A 19. ábrán egy vezetékes és egy percepciós típusú hallássérült gyermek válaszai láthatók a mesterséges szavakra. Ugyanazoknak a szavaknak az ismétlései nyújtanak felvilágosítást a halláskárosodás

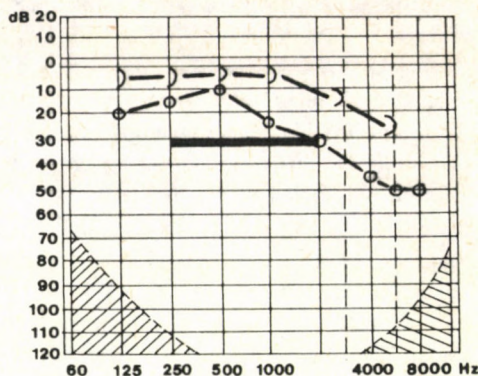
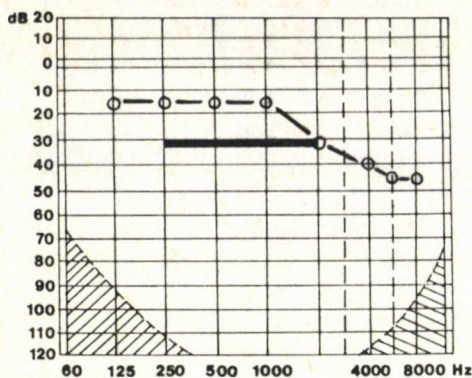


19. ábra Mesterséges hangsorok felismerése különböző mértékű és típusú halláskárosodás esetén

mértékéről (a típusáról hozzávetőleges információt adnak, tekintettel arra, hogy a szintetizált szavakkal a csontvezetést nem vizsgáltuk).

Ezek az eredmények vetették fel azt a gondolatot, hogy a szavak felismeréséből kikövetkeztethető a küszöbgörbe. A hallásmérés történetében eddig ennek a fordítottja ismert: a tisztahanggal végzett vizsgálati eredményből próbálták a beszédmegértésre következtetni (Fletcher módszere: 1929; vö. Götze 1974, 154). Most a szófelismerés minőségéből próbáltunk a hallásküszöbre következtetni. Ezt az tette lehetővé, hogy a szavakat alkotó beszédhangok a felismerési frekvenciakulcsot mintegy 250 Hz-től 8000 Hz-ig tartalmazták, valamint hogy az értelmes szavak mellett eleve logatom jellegűek is előfordultak (a gyermeket így nem érte „készszerűtlenül” az „értelmetlen” hangsor). A hallássérült gyermekek egy részénél a 10-10 szó visszamondatása után megpróbáltuk a küszöbgörbőjüket följrajzolni, majd összehasonlítottuk a szinuszhanggal mért eredménnyel. Az összevetés azt mutatta, hogy 5 dB-es eltérésekkel közelítettük meg az eredeti – audiométerrel mért – görbét. Lássunk erre egy példát! N. B. 7 éves kisfiú jobb fülében 60 dB-en hallotta a szintetizált szavakat, amelyeket az alábbiak szerint mondott vissza: *meggy* → *meggy*, *síp* → *sut*, *búr* → *úr*, *ász* → *át*, *gép* → *got*, *zsír* → *súr*, *bot* → *bot*, *szél* → *för*, *gyík* → *gú*, *szú* → *fü*. Általános következtetések: az alsóbb frekvencián lévő szavakat pontosabban mondja vissza, mint a felsőbb frekvencián lévőket; a felsőbb frekvencián lévők között is van azonban különbség a visszamondásban. Feltételezhető, hogy nagyobb mértékben percepció típusú, kisebb mértékben vezetékes típusú halláskárosodásról van szó. Az [o, u, m, b] helyes visszamondása arra utal, hogy 250, 500 és 1000 Hz táján ép a hallás. Az [i:] és [ɛ:], valamint a réshangok hibás felismerése valószínűsíti, hogy a gyermeknek 2000 Hz-től kezdve hallásromlása van. Az a tény, hogy az [i:] magánhangzót nem, a [ʃ]-t viszont helyesen azonosította a gyermek, feltételezi, hogy 1000 és 2000 Hz között kezd a hallása eltérni az éptől. Ez azért mondható így ki, mivel az [i:] felismeréséhez a 2330 Hz-es második formánst meg kell hallani – ez nem történt meg, a [ʃ] percepcióját viszont a 2540 Hz-es komponens mellett egy 1500 Hz-es is biztosítja, aminek észlelése elegendő – az adott hangerő mellett – a mássalhangzó azonosításához. A [s] mássalhangzók különböző beszédhangként történt felismerése azt mutatja, hogy az adott frekvenciákon eltérés van a gyermek hallásában. A *szú*-ban szereplő 4000 Hz-es zörejt a gyermek [f]-ként, a *szél*-ben szereplő 6000 Hz-est ugyancsak [f]-ként, míg az *ász* 7–8000 Hz-en levő zörejjét már zárhangként, [t]-ként ismerte fel. Ez a tény pedig – a percepció kísérletek tanúsága szerint – azt jelenti, hogy az eredeti zörejből csak igen kis részlet volt feldolgozható, vagyis a gyermek csak keveset „hallott” belőle. Mindezek alapján a küszöbgörbe lefutása hozzávetőlegesen a következő: mintegy 1000 Hz-ig épnek tűnik, 1000 és 2000 Hz között kb. 15 dB-t, majd 2000–8000-ig további 10-15 dB-t csökken. A gyermek valószínű küszöbgörbőjét és tisztahang-audiogramját a vizsgált fülön a 20. ábra mutatja.

A görbékben látható, hogy a valószínűsített és a szinuszhanggal mért eredmény között lényeges eltérés nincsen. Az eljárás tehát alkalmazható óvodáskorú gyermekek hallásszűrésére. Az a tény, hogy a mesterséges tesztanyag jobban mutatja a gyermekek beszédmegértési szintjének különbségeit, mint a természetes szavak, felhasználhatóvá teszi együtt a 3–6 éves korosztály beszédmegértésének jellemzésére. Ez an-



20. ábra Hétéves, percepciós típusú nagyothallásban szenvedő kisfiú jobb oldali füléről készült audiogramok

nál is inkább fontos, hiszen a beszédmegértés kellő fejlettségének megítélése elengedhetetlen lenne az iskolaérettség megállapításához.

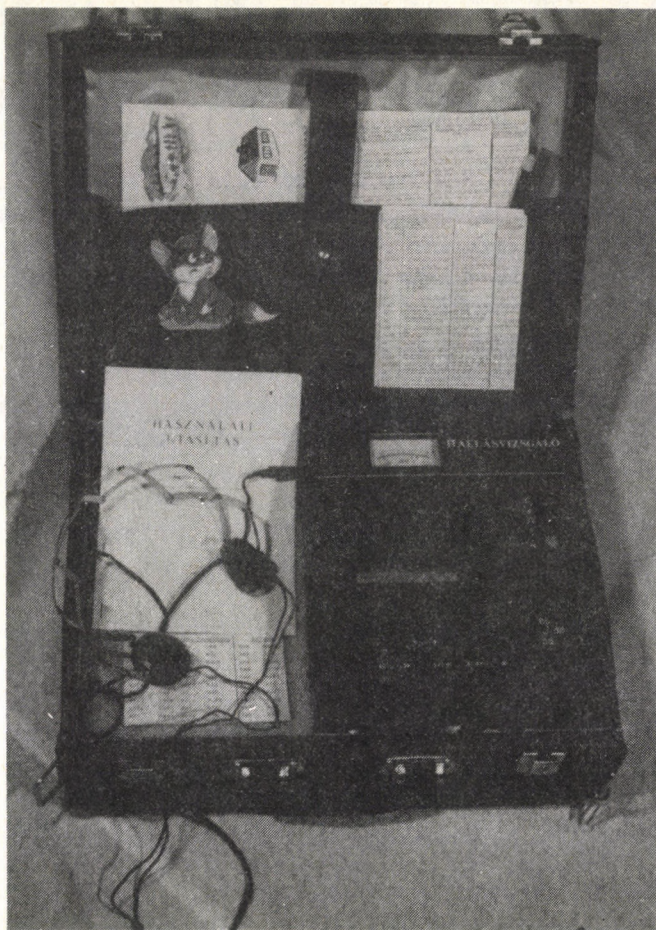
Óvodai kísérletek

IJA 4. – A laboratóriumi és klinikai kísérletek eredményei alapján anyagunkat – szűrési céllal – óvodai környezetben próbáltuk ki. Az első mérősorozatot 100 3–6 éves óvodással végeztük a Művelődési Minisztérium óvodájának kis-, középső és nagycsoportjában. A szavakat Uher magnetofonról közvetítettük a gyermekek jobb, illetve bal fülébe (felváltva), átlagosan 70 dB-es erősséggel (az eredeti 60 dB-es értéket az óvodai alapzaj miatt mintegy 10 dB-lel megemelték). A cél az volt, hogy megtudjuk: vajon egyetlen intenzitáson mérve, a szintetizált szavakból álló teszt alkalmas-e a gyermekek hallásának és beszédmegértésének a megítélésére óvodai körülmények között. Mindegyik gyermeket – szűrőaudiométerrel – tisztahang-audiometriával kontrolláltuk. 10 esetben nem tudtuk a kontrollt elvégezni, mert a gyermek nem működött közre, és mintegy 15-20 esetben bizonytalannak minősítettük az eredményt, mert eldöntetlen volt, hogy mikor jelzi a valóságot a gyermek (ők elsősorban a kis-, kisebb részben a középső csoportosok közül kerültek ki).

A 100 óvodás hallásvizsgálatának eredményei azt mutatják, hogy a tisztahang-audiometriával épnek ítélt gyermekek a szintetizált szavak megértésében lényegesen nem tévedtek. Az összes gyermeket figyelembe véve 15-nél tapasztaltunk kisebb-nagyobb eltérést a normálhoz képest (őket klinikai audiológiai vizsgálatra küldtük), a negatív irányú eltéréseket a szinuszhang-kontroll is alátámasztotta. Tapasztalataink továbbá, hogy nem volt olyan gyermek, aki a szavakat jól visszamondta volna, ugyanakkor küszöbgörbéje nem esett az ép hallásnak megfelelő tartományba. A gyermekek szívesen közreműködtek, „játszottak”. Anyagunk óvodai környezetben szűrésre alkalmasnak bizonyult. A gyermekek válaszai alapján kisebb korrekciókat kellett a szavak akusztikai szerkezetében végeznünk: az [o] időtartamát mintegy 25 ms-mal növelni kellett, mert gyakoribb volt az [u]-azonosítás (vö. percepciós kísérletek eredményei); a [3] zörejcóciának intenzitását 6 dB-lel meg-

emeltük; módosítottuk a *gyík* szó első mássalhangzójának frekvenciaszerkezetét, és a véglegesnek szánt anyagból kihagytuk a *mű* hangsort és a *méz*-zel cseréltük fel.

(Az IJA 4. kísérlet egy sor technikai problémát vetett fel, amelyek részletes tárgyalása nem feladatunk; ilyen például a hangerő rögzítésének módja. Valamennyi technikai problémának a megoldására egy olyan készletet dolgoztak ki, amely – táskába szerelten – biztosítja a tesztanyag óvodai alkalmazását szűrési céllal. Lényege: a) kapcsoló biztosítja a jobb fül/bal fül váltást, b) két állású kapcsoló kétféle rögzített hangerőt tesz lehetővé (átlagosan 50 és átlagosan 60 dB-t), c) a beépített magnetofon minden frekvencián – hasonlóan az audiométerekhez – egyenletes átvitelt biztosít (a lejátszófej átviteli karakterisztikája korigálva van), a magnetofon csak lejátszára alkalmas, d) az alkalmazott kisméretű fejhallgató átviteli karakterisztikája a szűrővizsgálati követelményeket teljesíti.) A műszer fényképét a 21. ábra mutatja.



21. ábra A hallást és beszédmegértést vizsgáló készülék és tartozékai

A kísérleti eredményeket – mind a percepció, mind a mesterséges testanyag alkalmazása során tapasztaltakat – megpróbáltuk egy olyan összegzéshez felhasználni, amelynek segítségével az óvodások válaszait bárki (nem szakember is) értékelni tudja. Négy fokozatot határoztunk meg:

1. ép hallás – jó beszédmegértés,
2. enyhe hallás- vagy beszédmegértési probléma lehetősége,
3. valószínű halláskárosodás,
4. biztosra vehető halláskárosodás.

Az ezeknek megfelelő helyre minden egyes szóhoz összeállítottuk a lehetséges válaszvariációkat (160 óvodás leggyakoribb ismétléseinek figyelembevételével). Ily módon olyan tesztlapokat hoztunk létre, amelyek segítségével fonetikai vagy percepcióval kapcsolatos ismeretanyag nélkül is megítélhető a gyermek hallása és beszédmegértése. A 22. és 23. ábra a 20-20 szóra feltételezett válaszlehetőségeket tartalmazó tesztlapokat szemlélteti (a tesztlapok használata igen egyszerű: a gyermek választát a mérést végző személy aláhúzással jelöli a tesztlap megfelelő hangsoránál, zölddel a jobb oldali, pirossal a bal oldali fület szemléltetve). Tekintettel arra, hogy a gyermekek – a szűrés céljának megfelelően – egyetlen hangerőn hallják a szavakat, az egyes oszlopok közötti valószínűsíthető halláscsökkenés mértéke mintegy 10 dB. A beszédmegértés megítélése szempontjából különös jelentősége van a 2. oszlopnak. Ezért itt úgy állítottuk össze a válaszlehetőségeket, hogy az eredeti szótól egyre távolabb eső hangsorok az egyre nagyobb eltérést mutatják (ez pedig az értékelésnél fontos szempont). Például a *dob*-ra adható válaszok: *dod, dud, dog, dug, bod, bob*. A helyes választól legkevésbé a *dod* és legjobban a *bob* tér el.

IJA 5. – A kialakított készlettel – táskába szerelten – a módosított mesterséges hanganyaggal 242 3–7 éves gyermeket mértünk óvodai (10 3 évnél fiatalabbat bölcsődei) körülmények között. (A vizsgálatokat a XII., XI. és VIII. kerületi óvodákban, illetőleg a Műszaki Egyetem bölcsődéjében végeztük.) A 23. táblázatban foglaltuk össze a vizsgált gyermekek életkori és nemek szerinti megoszlását. 120 gyermek esetében történt azonnali tisztahang-kontroll vizsgálat (SA 20-as szűrőaudiométerrel).

23. táblázat

Óvodai csoport/életkor	Gyermekek száma			Valamennyi óvodás
	fiú	lány	összesen	
nagycsoportos (5;0–6;10)	62	63	125	242 fő
középsős (4–4;11)	37	40	77	
kiscsoportos (3;0–3;11)	26	14	40	

A 242 óvodásból 18 gyermeket szűrtünk ki (12 fiút és 6 kislányt), és küldtünk klinikai hallásvizsgálatra (ld. az eredményeknél), az ép hallású gyermekek száma: 224 fő, közülük 113 fiú és 111 kislány. (A kiszűrt gyermekek közül 4 kiscsoportos, 8 kö-

A VÁLASZLEHETŐSÉGEK FOKOZATAI

Jó hallás	Hallás- vagy beszédmegértési probléma áll fenn, vagy a gyermek figyelmetlen. Rendszeres ellenőrzés jav.	Hallászavar valószínű, klinikai vizsgálat javasolt.	Birtokra vehető hallászavar, klinikai vizsgálat szükséges.
MEGGY (MEGY)	begy legy vegy negy	egy	bó ó e ö -
SÍP (SÍK)	sít sút slíp szíp szép	zúj suk sut su só víd	fut kút út tó ú -
BÚR (DÚR)	púr púl búl ből por pól ól bú dú dó bó pí ór ór úl	túr tí út ú	tó ót ö ő -
ÁSZ	ház pász áz	ás ágy áll áj	áf ah át ép á a ó ú -
GÉP	kép tép dép gíp díp típ	dép gép dó bó gó	tó tú ó ú -
ZSÍR (SÍR)	szír szíl szér zér zír síl sél zíl zsí zsé sí sé	főr fot fúr fúl fut fup fop	hú hó úr út ör ót up óp -
BOT	but böt bó bu	pot put po pu ot ut op up lot död tut	ó ú -
SZÉL	cél szép szil szir cil szék szül szől	fél fér tét tél tól tór hé hó	él ól ló tó ő -
GYÍK	gyíp gyép gyék gíp gép jík gyí gyűt	dép tép tyíp tyék zsík	gyó dó dú út úk -
SZÚ	szó szúr azúl szór ször szű szúr	sú sű só fő fú	hó hú ló lú tó tú ó ú pí -
MOS	mus bus bos vus vos los lus nos mős mes	busz boasz buf vot vut mo tuf mot	po pu op up -
SÍR	síp sí szíl sél sűr sē sér szír szér	fúr fúl fut hír híl fot fup fop hú hó ér	úr út ör ót ú ő -
BÓK	búk bóp bót pók pók but búp bó	dud dad gó du dó	tó tó ót út ú ő -
SZŰZ (SZÜL)	szűsz szíz szű szűsz síz szí szé	só sű fül fűt fűz főz fő fű fú fő	hó hú tó tú ő ú -
ÁGY	ág	áj	ád át ód a ő -
SZŐ	szőr szörn szörn szől szörp szúr szű szúl szó	fő fű fő fú	hó hú tő tó tú ő -
BOR	lur bul por pur pol pul dor	pú tú	ó ú -
CSÓK	sók csót csó só sūk csúk	fók fúk fő fú fű	tó tú ót út ő
ÚT	út kút tút tú tuk puk	ó ú	ő -
ÉS	tész pész mész méz éz	és és es éf őf őf é	út ő -

NÉV:

Szül. idő:

Dátum:

22. ábra Tesztlap óvodai hallásméréshez

A VÁLASZLEHETŐSÉGEK FOKOZATAI

o Jó hal- lás	Hallás- vagy beszédmegérté- si probléma áll fenn, vagy a gyermek figyelmetlen. <u>Rendszeres ellenőrzés jav.</u>	Hallászavar valószínű, klinikai vizsgálat ja- vasolt.	Biztosra vehető hallászavar, klinikai vizsgálat szükséges.
BÖR	pör böl pöl bér pér bál bír döör ör	bor por bur pur	bo bu po pu tö tu ó ú -
CSÍP (SÍP)	csít csí sí csil csik sík sít	sút fűp fűk fú fő húp út űk ki	pót út úp ót óp tú tó tút -
SZÖG	szöb szöd szüg szék szük	sög mök ső só fő fő föt főt fű fők	tű tó tí ó ú -
CEL (SZÉL)	cil szil szir cir ci szí	fél fér fő fő föl for fot fok tél tép dél fű	lő tő tí ó ú -
GAZ	gász gál gá ház bász dáz dász záz	ház ász dág go gu bo az áz bú	tű tő ó -
SZÍJ (SZÉL)	szék szép oél cij szí cí szű cű sző szíf szír	fél fér fűt fő föl fő fol foj fok fot hír hó	tő tí lá lú ó ú -
BÚ	búk bók but bot bó pók pú púk úí gú	tú tó pú pó	ó ú -
SÓ	szó sú	fő fú hó hú	tő tí ó ú -
DOB	dud dod dog dug bod bob	tó tu	o ő u -
ZSÁK	zsáp zsát zsá ság mák sár sá zák zá szá	vár vá fá fa vak fát láp láb lá	lő lú hó hí ó -
BAB	dad bob dab bag gab bo ba gad dag dod dog	pap pat pot top kap tap kup pup tup kop	tű ó ú -
SÁR	szár zsár száll sát sá	fáj fál fá fa foj	láj lép láb ló lú hó hí ó ú
BUSZ	pusz pu buz booz boz dusz	puff puff pu pul	tű tő ó ú -
ÖSZ (ÖZ)	űsz űz isz	ös és ös ő ő ís	őj őj űj ol ó é -
MÁK	bák nák	ma ba pa va mok bók pú pók muk mu bu mo bó	tő tő ó ú -
SÍN	sím szín szím szem szem sí sén sém sün	lín lím lő lő fű fő íf fő	hő hí ló un un tú út ú -
BÁL (PÁL)	bár pár már dál mál tál bá	bor bol por pol bur pul bul pur pó bó bú pú	tő tí ó ú -
SZÉK (SZÉP)	szél oél szük szíl szít szí szük szük szüt szök cíl szé	fék fél fők fő fű hók húk hó há lék	lő lú ó ú ől uk up -
MÉZ	néz mész misz niz miz múz	bé bó vél bú bő bóf ból bél böl	tőf tot tőt tő ó -
CÍM	cíl cím cén cín szín szím szén szüm cű cí szíl cib	fém fén fib fő fő fú lő hő hú hull ful	tő tú ó ú -

23. ábra Tesztlap óvodai hallásméréshez

zepsős és 6 nagycsoportos óvodás.) A kiscsoportosok viszonylag alacsony létszámát elsősorban az magyarázza, hogy a mérések nagyrészt őszi-téli időszakban folytak, s sokan közülük tartósan náthások voltak, ez pedig megakadályozta reális értékelésüket. (A vizsgált gyermekek értelmi képessége átlagosnak mondható, szociális szempontból az óvodai csoportok heterogének voltak.)

Az elemzésekből a 10 bölcsődés gyermek anyagát kihagytuk, mivel az ő mérésük egyetlen célja az volt, hogy megtudjuk: a bölcsődés korú gyermekek vizsgálhatók-e az anyaggal. A legkisebb gyermek, aki a mesterséges szavakat visszamondta, és így hallását értékelni tudtuk, éppen 2 éves volt; beszédproduktions szintjére jellemző, hogy az echolálás időszakában járt, azaz a holofrázisok még nem jelentek meg beszédében. A szintetizált hangsorokat nehézség nélkül ismételte az elhangzás után; a 3 éven aluliak azonban egyszerre 5 szónál többre nem tudtak figyelni. (A szakirodalmi adatoknak ellentmondó tapasztalat volt, hogy a 2 éves körüli gyermekek képesek voltak a hallott hangsorok reprodukálására, hangos ismétlésére; de túlzottan összetett feladatot jelentett számukra a hallott szó jelentésének megfelelő kép kikeresése és megmutatása az eléjük helyezett képecskék közül.)

Halláscsökkenő gyermekek percepcióis sajátosságai

100%-nak véve az összes vizsgált óvodást, 7,5%-uknál tapasztaltunk az ép hallástól kisebb-nagyobb mértékben eltérő eredményeket. Ez az arány nem tartalmazza a náthás gyermekek visszamondásait, őket „gyógyulásuk” után újramértük. (A fiatalabb gyermekek kevésbé ismerték fel a mesterséges szavakat, ha náthások voltak, mint a nagyobbak; általában az volt a jellemző, hogy náthásan lényegesen rosszabbul hallottak. A nátha ui. 20–30 dB-es lég-csont-közt okoz a tuba elzáródása miatt, ezért a légvezetésen át adott szavak megértése rosszabb.) A 24. táblázatban a 18 hallásproblémás gyermek válaszait összesítettük százalékban a hallászavar valószínűsített mértékének arányában. Nem választottuk szét a jobb oldali és a bal oldali fülre kapott adatokat; összesen 20 „fül” vizsgálati eredményeit összegeztük (nagyjából fele-fele volt a jobb és a bal).

24. táblázat

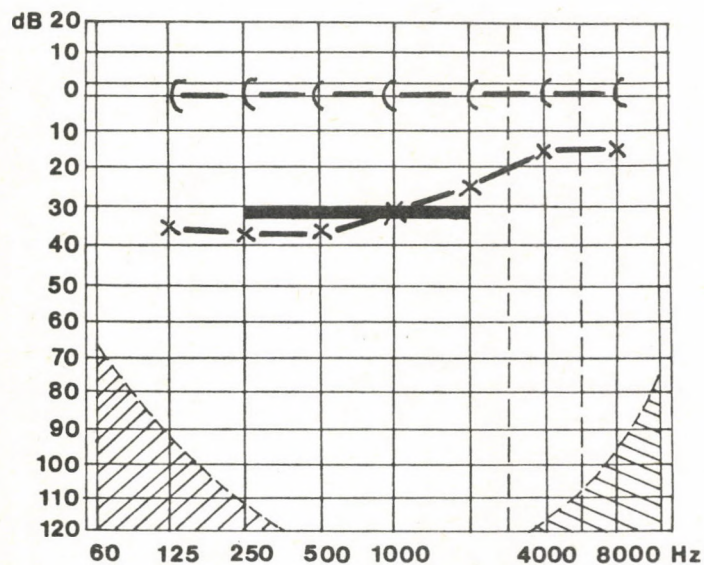
Beadott mesterséges szó	Jó válasz	A gyermekek válaszai %-ban		
		Kismérvű elhallás	Közepesen rossz	Nagyfokban rossz
<i>meggy</i>	43	21	21	15
<i>síp</i>	29	21	36	15
<i>búr</i>	7	43	15	36
<i>ász</i>	7	15	64	28
<i>gép</i>	21	36	40	7
<i>zsír</i>	—	36	43	21
<i>bot</i>	21	15	36	28
<i>szél</i>	21	—	64	15
<i>gyík</i>	7	21	57	21

<i>szú</i>	7	7	36	40
<i>mos</i>	38	38	8	16
<i>sír</i>	50	14	21	15
<i>bók</i>	8	16	16	60
<i>szúz</i>	16	16	25	43
<i>ágy</i>	75	—	8	17
<i>szó</i>	31	15	15	39
<i>bor</i>	21	14	21	44
<i>csók</i>	8	50	8	34
<i>kút</i>	23	8	54	15
<i>ész</i>	50	—	33	17
<i>bőr</i>	—	57	14	29
<i>csíp</i>	50	33	—	17
<i>szög</i>	12	50	—	38
<i>cél</i>	43	14	29	14
<i>gáz</i>	50	—	50	—
<i>szíj</i>	—	14	43	43
<i>bú</i>	14	—	29	57
<i>só</i>	70	—	15	15
<i>dob</i>	57	29	43	14
<i>zsák</i>	29	14	43	14
<i>bab</i>	34	33	—	33
<i>sár</i>	34	—	33	33
<i>busz</i>	17	—	33	50
<i>ősz</i>	17	17	50	16
<i>mák</i>	—	33	50	17
<i>sin</i>	—	57	14	29
<i>bál</i>	17	50	17	16
<i>szék</i>	17	—	50	33
<i>méz</i>	33	—	33	34
<i>cím</i>	17	17	50	16
Összesen	24,7	20,1	29,2	26

A kiszűrt 18 gyermek közül csak 2 esetben volt ismert a közepes, illetőleg nagyfokú halláskárosodás. A klinikai audiológiai vizsgálat a többi 16 gyermek hallásáról a következőket mutatta ki: 6 gyermeknél a küszöbgörbe mintegy 30–35 dB-es hallásromlást jelzett, vö. 24. ábra (orrgaratmandulaműtét után ezeknek a gyermekeknek a hallását épnek minősítették).

Két gyermeknél a méréskor középfülgyulladás állt fenn; ezeket az óvodásokat 2,5 héttel később (ép dobhártyaképpel) újramértük. Egyikük, D. Á. 5 éves kisfiú eredményeit (jobb fülre) a 25. táblázat mutatja.

Egy gyermeknél mindkét oldalon a fülzsírdugók eltávolítása után a hallás rendeződött. Öt esetben vezetékes, perцепciós, illetőleg kevert típusú enyhe és közepes halláskárosodást igazoltak a klinikai vizsgálatok; minden esetben csak az egyik fülnél (normál beszédhelyzetben ezért sem tűnhetett fel a hallásromlás gyanúja sem). (To-



24. ábra Enyhe, vezetékes típusú halláskárosodásban szenvedő gyermek audiogramja és tesztlapja

BAB	dad bob dab bag gab bo ba gad dag dod dog	pap pat pot top kap tap kup pup tup kop	tú ó ú -
<u>SÁR</u>	szár zsár száll sát sá	fáj fál fá fa foj	láj lóp láb ló lú hó hú ó ú
BUSZ	pusz pu buz bosz boz dusz <u>uc</u>	puff paff pu pul	tú tó ó ú -
<u>ŐSZ</u> (ŐZ)	űsz üz isz	ős és ós ő ű is	őj oj uj ol ó é -
MÁK	bák nák <u>lák</u>	ma ba pa va mok bók pú pók muk mu bu mo hó	tó tú ó ú -
SÍN	sím szín szím szem szém sí sén sém sün <u>síp</u>	lín lím lő lű fű fő fi fő	hó hí ló un um tú út ú -
BÁL (PÁL)	bár pár már dál mál <u>tál</u> bá	bor bol por pol bur pul bul pur pó bó bú pú	tó tú ó ú -
<u>SZÉK</u> (SZÉP)	szél cél szík szíl szít szí szík szúk szűt szők cíl	fék fél fók fő fú hók húk hó há lék	ló ló ó ú űl uk up - szé
MÉZ	néz mész misz niz miz múz <u>bíz</u>	bé bó vél bú bő bóf ból bél böl	tóf tot töt tó ó -
CÍM	cíl cím cén cin szín szím szén szúm cű cí <u>szíl</u> cib	fém fén fib fő fő fú lő hó hú hull ful	tó tú ó ú -

Hallott szó	Visszamondott szó középfülgyulladásban	ép dobhártyakép esetén
<i>meggy</i>	bej	meggy
<i>síp</i>	sí	síp
<i>búr</i>	úr	dúr
<i>ász</i>	áll	ász
<i>gép</i>	é	vék
<i>zsír</i>	sé	sír
<i>bot</i>	ot	bot
<i>szél</i>	ér	szél
<i>gyík</i>	csi	gyík
<i>szú</i>	fú	szú

vábbi orvosi ellátásuk folyamatban van.) Közepesnek tekinthető halláscsökkenés küszöb-
görbéjét és a mesterséges szavakra adott válaszokat mutatja a 25. ábra.

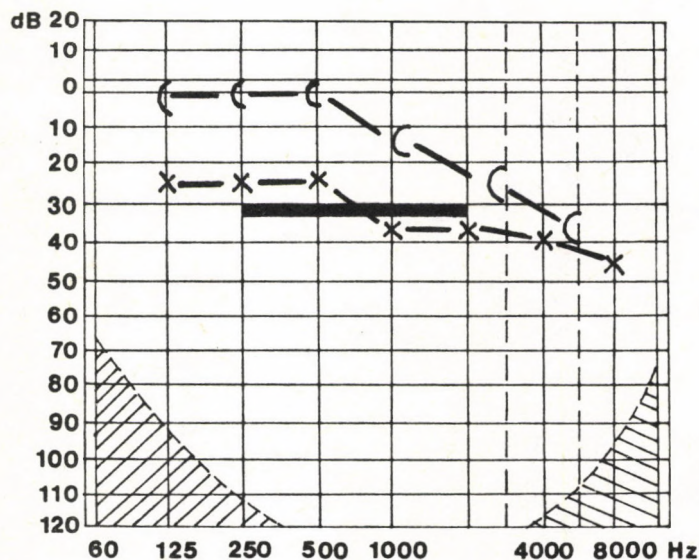
Nagyfokúnak tekinthető halláscsökkenésben szenvedő gyermek küszöb-
görbéjét és a visszamondott szavakat mutatja a 26. ábra. Két esetben a klinikai vizsgálat ép hallást
mutatott (a lég- és csontvezetés az ép hallás tartományába esett). Tekintve, hogy
ezeknek a gyermekeknek a válaszai (kétszeri kontroll után is) változatlanok voltak,
további vizsgálatra javasoltuk őket (az egyik gyermek nagycsoportos, itt tehát a beis-
kolázás problémája is fennállt).

Egyetlen kérdés maradt érintetlenül. A tesztalapon a második oszlopban talál-
ható válaszlehetőségeket mint hallás- vagy beszédmegértési probléma esetén jelent-
kezőket jelöltük meg. Eszerint nem egyértelmű, hogy mikor jelent halláscsökkenést és
mikor alacsony beszédmegértési szintet, ha a gyermek ezek közül a hangsorok közül
ismétel. Az IJA 4. és IJA 5. kísérlet adatai (összesen 342 óvodás) azt mutatják, hogy a
különbség itt elsősorban a mennyiségben ragadható meg. Ez azt jelenti, hogy ha a
gyermek a tíz hallott szó közül egyetlenegy sem tud helyesen azonosítani, csak a
második oszlopban felsorolt hangsorok valamelyikével (vagy ahhoz hasonlóval), akkor
enyhe halláscsökkenés a valószínűbb. Ha a felismerés aránya az első és a második osz-
lop hangsorai között oszlik meg, de a tökéletes értés gyengébb, mint ami a gyermek
életkorának átlaga, akkor valószínű, hogy gyenge beszédmegértésről van szó. Ahogy a
fenti két esetben láttuk, a tisztahanggal mért ép küszöb-
görbe mellett egyéb csökkenések
sok lehetnek a háttérben, amelyek további vizsgálatokkal mutathatók ki.

Éphalló óvodások beszédmegértési szintje

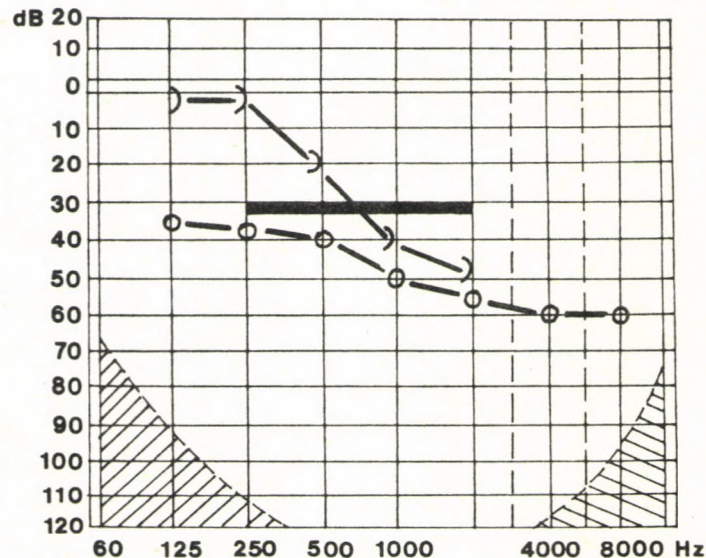
A korábbiakban már utaltunk a gyermekek beszédmegértési szintjének külön-
bseire, valamint az ebből fakadó következményekre. Feltétlenül szükséges egy olyan
vizsgálati eljárásnak a kidolgozása, amelynek segítségével a beszédmegértés jellemezhe-
tő, s így iránymutató a beiskolázás, az esetleges dyslexia preventio elbírálásában és
egyéb problémák megítélésében, kiszűrésében.

Mint láttuk, a klinikai gyakorlatban szóteszteket alkalmaznak a beszédmegértés



25. ábra Közepes mértékű halláskárosodásban szenvedő gyermek audiogramja és tesztlapja

BÖR	pőr böll põll bér pér bél bír dőr <u>ör</u>	bor por bur pur	ho hu po pu tó tu ó ú -
CSÍP (SÍP)	csít csí sí csíl csík sík sít <u>sé</u>	sút fűp fűk fú fő hűp út űk ki	pót út úp ót óp tú tó tút -
SZÖG	szöb szöd szüg széek szűk	sög sök ső só <u>fő</u> fő föt főt fű fók	tű tó tú ó ú -
CÉL (SZÉL)	cil szil szir cir ci szí	fél fér fő fő <u>fől</u> for fot fok tél tép dél fű	ló tó tú ó ú -
GÁZ	gász gál gá báz bász dász dász záz	ház ász dág go gu bo az az bú <u>lág</u>	tú tó ó -
SZÍJ (SZÉL)	szék szép cél cij szí cí szű cű szó szíf szír	fél fér fűt fő föl fő fol foj fok fot hír hó	tó tú ló ó ú - <u>té</u>
BŰ	búk bók but bot bó pók pó púk dú gú	tú tó pú pó	ó <u>ú</u> -
SÓ	szó sú <u>dó</u>	fó fú hó hú	tó tú <u>ó</u> ú -
DOB	dud dod dog dug bod bob	tó tu	o ö u -
ZSÁK	zsáp zsát zsá ság sák sár <u>vár</u> sá zák zá szá	vá fá fa vak fát láp láb lá	ló lú hó hú ó -



MEGGY (MEGY)	begy legy vegy negy	<u>egy</u>	bó od e ó -
SÍP (SÍK)	sít sűt sóp szíp szép	zúg suk sut su só víd	<u>fut</u> kút út tú ú -
BŰR (DŰR)	púr púl búl ból por pól ól bú dú dó bó pú ór ór úl	túr tú út ú	tó ó tó ő - <u>ú</u>
ÁSZ	ház pászáz	ás ágy álláj	áf áh <u>át</u> áp á a ó
GÉP	kép tép dép gíp díp típ	dóp góp dó bó gó	<u>tó</u> tú ó ú -
ZSÍR (SÍR)	szír szíl szér zér zír síl sél zíl zsi zsé sí sé	fór fot fúr fűl fut fup fop	hú <u>hó</u> úr út ór ót up óp -
BOT	but böt bó bu	pot put po pu ot ut op up lot dob tut	ó ú - <u>vuk</u>
SZÉL	cél szép szil szir cil szék szül szöl	fél fér tér tél tól tór hë hó	él <u>ól</u> ló tó ó -
GYÍK	gyíp gyép gyék gíp gép jík gyű gyűt	dép tép tyíp tyék zsík	<u>győ</u> dó dú út úk -
SZŰ	szó szúr sz(l szór szőr szű szűr	sú sű só fő fű	hó hú ló tó tú ó <u>u</u> pú -

26. ábra A küszöbgörbe és a felismert mesterséges hangsorok összefüggése nagyfokú halláskárosodás esetén

vizsgálatában. A világon mindenütt ez a leggyakoribb (Götze 1974), de más nagyságrendű nyelvi anyagokkal is kísérleteznek (például mondatokkal is: Willeford 1978). Igaz, hogy a szóteszt tulajdonképpen a szófelismerést vizsgálja elsősorban, de – mivel az azonosításhoz már szemantikai jegyeket is figyelembe kell venni –, bizonyos értelemben képes a megértési folyamat működéséről felvilágosítással szolgálni. A kísérletek azt a tapasztalatot támasztják alá, hogy a gyermekek beszédmegértési szintjének megismerésére a szótesztek megfelelők.

A megértési folyamat első szakasza – mint láttuk – a fonémadöntéssel „zárul”, amely hosszabb hangsor esetében a beszédhangok egymáshoz képesti sorrendiségének felismerésén és azonosításán alapszik. A tulajdonképpeni megértés – jelen esetben a szóértés – a beszédhangok sorrendiségének összekapcsolása a megfelelő jelentéssel. A felnőttek beszédmegértésében utóbbinak van nagyobb szerepe a normál beszédhelyzetekben. Götze úgy fogalmaz, hogy minél intelligensebb az ember, annál inkább igyekszik értelmes szavakat „hallani” (i. m. 34). A szójelentés igen gyors aktiválódását saját kísérleteink is alátámasztották. A felnőtt kísérleti személyek tudták, hogy értelem nélküli szótagokat fognak hallani, mégis 35%-ban értelmes szavakat azonosítottak (Gósy 1985). A megértési mechanizmus kialakulására éppen az jellemző, hogy a globális percepciótól fokozatosan eljut a folyamatos beszéd bizonyos mértékű szegmentálásáig (szavak elkülönítése, morféimák felismerése, beszédhangok megkülönböztetése). Ez teszi lehetővé egyszersmind, hogy újabb és újabb hangsoroknak, amelyek egymástól alig különböznek akusztikailag, újabb és újabb jelentéseket feleltessen meg. Az – addig nem hallott, tehát új – hangsor beszédhangjainak és azok pontos egymásutániságának felismerése a megértésnek és (majd) a reprodukálhatóságnak a feltétele. Erre a szintre pedig 3 éves korban ép beszédfejlődés esetén a gyermeknek el kell jutnia. A gyermekek számára logatomként jelentkező szavak felvétele a tesztanyagba éppen ezért szükséges is a beszédpercepció egzaktabb megítéléséhez.

A 224 éphalló gyermek visszamondásai alapján a következő válaszokat kaptuk, életkori és nemek szerinti megoszlásban (25. táblázat).

25. táblázat

Nemek	A gyermekek helyes válaszai %-ban életkor szerint		
	kiscsoportosok	középsősök	nagycsoportosok
fiúk	60,2	65	66
lányok	64	66	67,6
összesen	62,1	65,5	66,8

A beszédmegértési szint megítélésekor azonban nemcsak azt vettük figyelembe, hogy a 10-10 szóból hányat mond tökéletesen vissza a gyermek, hanem azt is, hogy milyen mértékben térnek el a helyestől a tévesztett variánsok. Ennek az utóbbinak a vizsgálata további különbségeket mutat az egyes gyermekek között. A helyes válaszokat minden korcsoportban (fiú/lány megoszlásban) minden egyes szóra megvizsgáltuk – ez egyúttal érdekes összefüggésekre mutat rá az egyes szavak hírértékével kapcsolatosan (26. táblázat). Ezek az adatok alátámasztják azt a hipotézist, hogy

26. táblázat

Eredeti szó	Kiscsoportosok			Középső csoportosok			Nagycsoportosok		
	Fiú	Lány	Ösz- szesen	Fiú	Lány	Ösz- szesen	Fiú	Lány	Ösz- szesen
<i>meggy</i>	75	100		95	90		83	95	90
<i>síp</i>	69	62,5		84	100		88	71	79
<i>búr</i>	25	25		33	31,5		29	30	29
<i>ász</i>	69	75		55,5	59		63	73	65,7
<i>gép</i>	37,5	37,5		55,5	57		49	60,5	49,5
<i>zsír</i>	25	12,5		17	27		31	30	23,7
<i>bot</i>	62,5	75		72	68		69	79	71
<i>szél</i>	87,5	75		94	90		100	92	90
<i>gyík</i>	25	37,5		17	36		34	45	32,4
<i>szú</i>	56	62,5		94	73		71	74	71,7
Összesen:	53,15	56,25 (54,7)		61,7	63,15 (62,4)		61,7	65	(60,2)
<i>mos</i>	70	100		85	84		71	71	80
<i>sír</i>	70	75		95	84		97	93	85,6
<i>bók</i>	20	37,5		31,5	33		39	23	30,6
<i>szúz</i>	60	75		30	34		39	55	48,8
<i>ágy</i>	100	100		95	100		100	100	99
<i>sző</i>	60	62,5		68	70		74	76	68,4
<i>bor</i>	50	75		61	50		66	66	61,3
<i>csók</i>	45	75		42	52		50	49	52
<i>kút</i>	55	75		37	43		55	56	53,5
<i>ész</i>	85	100		100	83		95	90	92
Összesen:	61,5	77,5 (69,5)		64,4	63,3 (63,8)		68,6	67,9	(67,2)
<i>bőr</i>	12,5	25		54	40		67	50	41,4
<i>csíp</i>	25	25		61,5	53		67	75	51
<i>szög</i>	12,5	—		23	40		29	22	21
<i>cél</i>	37,15	75		23	47		54	52	48
<i>gáz</i>	87,5	75		92	80		75	80	81,6
<i>szíj</i>	12,5	100		38	20		8	8	31
<i>bú</i>	75	25		77	80		58	66,5	63,6
<i>só</i>	87,5	75		92	100		87,5	100	90,3
<i>dob</i>	62,5	50		85	87		92	85	77
<i>zsák</i>	75	50		46	67		71	60	61,5
Összesen:	48,7	50 (49,3)		59,1	61,4 (60,2)		60,8	59,8	(56,6)

<i>bab</i>	37,5	75	54	67	44	65	57
<i>sár</i>	100	100	92	67	100	90	91,5
<i>busz</i>	87,5	100	77	100	83	75	87
<i>ősz</i>	87,5	75	92	89	83	80	84,4
<i>mák</i>	87,5	50	77	89	67	70	73,4
<i>sín</i>	50	50	77	89	78	80	70,6
<i>bál</i>	50	100	69	55,5	61	70	68,4
<i>szék</i>	100	75	46	67	78	85	75
<i>méz</i>	87,5	75	85	77,8	67	85	79,5
<i>cím</i>	87,5	25	85	77,8	72	80	71,2
Összesen:	77,5	72,5 (75)	75,4	77,9 (76,6)	73,3	78	(75,8)

a gyermek csak a teljes akusztikai-fonetikai-fonológiai feldolgozás után kapcsol jelentést a hangsorhoz, mivel az értelmes szóanyag azonosítása nem volt nagyobb arányban helyes, mint az értelmetlené. Például: a jól ismert *meggy*, *mos*, *ágy*, *szél* szavak helyes megértése 80–90%-os, hasonlóan jó a nagy valószínűséggel ismeretlen *ász*, *sző*, *bél*, *cím*, *mák* azonosítása (70–90%). Feltételezhető, hogy ismért, mégis alacsony a *gyík* (32,4%), a *szög* (21%) felismerése, ugyanakkor relatíve magas a biztosan értelmetlenként észlelt *szűz* (48,8%), a *szű* (71,7%), a *bók* (30,6%) vagy a *bú* (63,6%) helyes percepciója. Természetesen könnyebb a felismerés, ha a jelentés is „segít”: ezt jól példázza a *gáz* szó, amelyet (városi gyerekek!) már kiscsoportban is 87,5%-ban megértének.

A szavak és logatom jellegű hangsorok azonosítására kapott válaszok a következő tendenciákat mutatják:

- az életkorral párhuzamosan fejlődik a beszédmegértés,
- 3 és 4 éves kor között nagyobb a minőségi változás („ugrás”), mint 5 és 6 éves kor között,
- nincs lényeges különbség a fiúk és a lányok teljesítménye között,
- ugyanazon 10 szóval – összehasonlítható mértékben – nem vizsgáltuk a jobb és bal fülbe adott szavak megértését, így a jobb fül dominancia kérdéséhez érdemben nem tudunk hozzászólni.

Az éphalló gyermekek visszamondásai alapján elemeztem a tesztben szereplő beszédhangok azonosítását.

Magánhangzók. – A magánhangzók közül hibátlanul felismerik az elől képzetteket, valamint a leghangzósabb [a:] -t. Bizonytalanságok a hátul képzett [u, o, ɔ] -kal vannak, ezek jobbára egymással cserélődnek a percepcióban. Noha előbb fejlődik ki a gyermekek észlelési érzékenysége az alacsonyabb frekvenciájú összetevőkre (Hazan–Fourcin 1983, 41), a vizsgált gyerekek éppen ezeket tévesztették, a hibaarány azonban 10%-on aluli.

Zárhangok. – A zöngés és zöngétlen felpattanó zárhangok, amelyeknek a felismerése a legbizonytalanabb, a gyermekek esetében is a legkevésbé korrekt. Ha értelmes a gyermek számára a szó, akkor – várhatóan – pontosabb az azonosítás; lényegesen pontatlanabb a logatom jellegűeknél: *búr* → *dúr*, *gúr*; *bók* → *bót*, *bóp*. A jelentés szerepét, illetőleg részvételét az azonosításban néha igen nehéz a válaszból megítélni. Gya-

kori a *kút* szó *út* felismerése, a *gyík gép* értése, a *síp sít* felismerése stb. Adataim alapján legbiztosabbnak a dentális felpattanó zárhangok percepcióját találtam. Jellemző tendencia, hogy a [k]-t palatális magánhangzót tartalmazó szavakban inkább [p]-nek, veláris magánhangzót tartalmazókban inkább [t]-nek azonosítják (*gyík* → *gyíp*; *csók* → *csót*). Ez nyilvánvalóan összefügg az artikulációval is: a hátul képzett magánhangzó után egyszerűbb a kisebb nyelvváltoztatást igénylő dentális zárhangot ejteni. A palatális magánhangzó szomszédságában bizonytalanul: [p]-nek, illetve [k]-nak azonosított zárhangokról angol nyelvi adatok is beszámolnak (Flanagan 1965, 292).

Az egyszeri előfordulású [n] kivételével csak a [m] található meg a szavakban. A bilabiális nazális azonosítása jó, 10% alatti arányban tapasztalható, hogy [b, n, l] mássalhangzónak észlelik.

Réshangok és zár-rés hangok. — A [s] percepciója csaknem hibátlan valamennyi korcsoportban. Nyilvánvalóan az értelmezéssel kapcsolatos az *ősz őz* értése, annál is inkább, mivel főként nagycsoportban fordul elő. A [ts] felismerését valószínűleg szintén szemantikai tényezők befolyásolják, semmint percepciósak: a *cím*-ben pontos az azonosítás, a *cél* szónál nagyobb arányú a feltehetően magasabb hírértékű *szél* értés. (A készülő gyakorisági szótár adatait nem használtuk, mivel adatközlőink gyermekek.) Az alveoláris r és zár-rés hangok felismerése csaknem 100%-osan helyes. A gyermekek harmadánál megfigyelhető, hogy réshangként azonosítják a zár-rés mássalhangzót: [tʃ] → [ʃ]. Hasonlóképpen jó a zöngések felismerése, a *zsír sír* értését megint jelentés-tani okokra vezetjük vissza. Gyenge a szóvégi [j] azonosítása (mint általában a szóvégi mássalhangzóké).

Az [l] és a [r] azonosítása. — E két mássalhangzó percepcióját — a visszamondások alapján — igazában csak a nagycsoportosoknál ítéltük meg, mivel a kisebb korcsoportokban ejtésük még gyakran hibás. Alacsony arányú a pontatlan azonosításuk, jellemzően egymás közt érthetők félre.

Az éphalló és hallássérült gyermekek tesztlapjai alapján összeállíthattuk azokat a szempontokat, amelyek irányadóak a szűrések elvégzéséhez. Ezek a következők:

- a teljesítmény az életkortól függően változik,
- meg kell győződni a gyermek beszédének tisztaságáról, hiszen az ejtés-hiba még nem jelent minden esetben percepció-s zavart is,
- 6 éveseknek tíz szóból 6-7-et hibátlanul vissza kell mondaniuk, 3-4 hangsor kerülhet a második oszlopba; 5 éveseknek legalább 5 szót kell jól ismételniük (öt jelölhető a második oszlopban); 3-4 éveseknek legalább 4 szót kell pontosan reprodukálni, a többi kerülhet a második oszlopba,
- ha a visszamondott szavak, illetve hangsorok az első három oszlopba kerülnek, de arányuk a második és a harmadik „javára” tolódik el, valamint ha az ismétléseket a második és harmadik oszlopba jelöltük, nagy a hallásprobléma valószínűsége,
- haladéktalan orvosi vizsgálat szükséges, ha a szavak és hangsorok jelölései a harmadik, a harmadik, negyedik vagy a negyedik oszlopba kerültek.

Az óvodáskorúak beszédmegértési szintjének vizsgálata ily módon szűrésként is megoldható, ami mind a (jövendő) iskolai munkában, mind a logopédiai ellátásban nagy jelentőségű. Meghatároz(hat)ja továbbá a kis-, középső és nagycsoportosok „ok-

tatási” tematikáját. Ezáltal még jobban elősegítheti az iskolaérettség elérését, valamint azt, hogy kisebb különbséggel kezdjék az első osztályosok tanulmányaikat.

Irodalom

- AINSWORTH, W.A.: Duration as a cue in the recognition of synthetic vowels. *JASA* LI, 1972, 648–51.
- AINSWORTH, W.A.: Co-operative vowels and competitive consonants? *ISPS* 9. 1976, Vol. I. 219–20.
- BAUER, H.: Phoniatriische Therapie der Gaumenspalten Sprache unser besondere Berücksichtigung neuerer Erkenntnisse. *Folia Phoniatr.* 24. 1972, 388–400.
- BOLLA Kálmán: A magyar magánhangzók akusztikai analízise és szintézise. *MFF* 1. 1978, 53–78.
- BOLLA Kálmán: Magyar hangalbum. In: *Fejezetek a magyar leíró hangtanból*. Szerk. BOLLA Kálmán. Budapest, 1982, 165–75.
- ČISTOVIČ, L.A.—KOŽEVNIKOV, V.A.: Reč, artikuljacija i vosprijatije. Moskva—Leningrad 1965.
- CHISTOVICH, L.A.: Auditory processing of speech. *L & S* 23. 1980, 67–74.
- CHILLA, R.—GABRIEL, P.—KOZIELSKI, P.: Die Göttinger Kindersprachverständnis-tests. *Die Sprachheilarbeit* 1. 1977, 1–11.
- CLARK, H.H.—CLARK, E.V.: *Psychology and Language*. New York—Chicago—San Francisco—Atlanta 1977.
- COHEN, A.—t’ HART, I.: Speech synthesis of steady-state segments. *Proc. Comm. Sem.* II. Stockholm 1963.
- COOPER, F.S.—DELATTRE, P.C.—LIBERMAN, A.M.—BORST, J.H.—GERSTMAN, L.J.: Some experiments on the perception of synthetic speech sounds. *JASA* 24. 1952, 597–606.
- DELATTRE, P.: Acoustic or articulatory invariance? *Glossa* 1. 1967, 3–25.
- DENES, P.B.—PINSON, E.N.: *The Speech Chain: The Physics and Biology of Spoken Language*. New York 1973.
- EILERS, R.E.: Infant speech perception: history and mystery. *Child Phonology* 1980. 23–39.
- FANT, G.: *Speech Sounds and Features*. Cambridge—Massachusetts—London 1973.
- FARKAS Zsolt—GÓSY Mária—HIRSCHBERG Jenő: Logatomes versus words in the diagnostics of retarded speech development. Presented paper at the 4th British Conference on Audiology. London 1983a, 29.
- FARKAS Zsolt—GÓSY Mária—HIRSCHBERG Jenő: Kisgyermekkori beszéd-audiometria. *Fül-orr-gégegyógyászat* 29. 1983b, 93–102.
- FÁRA, M.—SEDLÁČKOVÁ, E.—KLASHKOVÁ, O.—SHRIVNAVKOVÁ, J.—KMELOVÁ, A.—SUPÁČEK, J.: Primary pharyngofixation in cleft-palate repaire. Survey of 46-year experience with and evaluation of 2073 cases. *Plast. Rekonstr. Surg.* 45. 1970, 449–58.
- FLANAGAN, J.L.: *Speech Analysis, Synthesis and Perception*. Berlin—Heidelberg—New York 1965.

- FÓNAGY Iván: Electro-physiological correlates of stress and stress perception. *J. Speech and Hearing Research* LX, 1966, 231–44.
- FÓNAGY Iván–SZENDE Tamás: Zárhangok, réshangok, affrikáták hangszínképe. *NyK* LXXI, 1969, 281–343.
- FRY, D.B.–DENES, P.: The solution of some fundamental problems in mechanical speech recognition. *L & S* 1. Part. 1. 1958, 35–58.
- FUJIMURA, O.: Analysis of nasal consonants. *JASA* 34. 1962, 1865–75.
- FUJIMURA, O.: On the second spectral peak of front vowels: a perceptual study of the role of the second and third formants. *L & S* 10. 1967, 181–93.
- FUJISAKI, H.: Some remarks on recent issues in speech-perception research. *L & S* 23. 1980, 75–80.
- FUJISAKI, H.–KAWASHIMA, T.: On the modes and mechanisms of speech perception. *Sogoshikenjo-Nenpo* Vol. 28. 1969, 69–74.
- FUJISAKI, H.–KAWASHIMA, T.: A quantitative model for the mechanisms of discriminating speech sounds. 7th Int. Cong. on Acoustics. Budapest, 1971, 21 H 2, 433–7.
- GERSTMAN, L.J.: Noise duration as a cue for distinguishing among fricative, affricate, and stop consonants. *JASA* 28. 1956.
- GLUCKSBERG, S.–DANKS, J.H.: Experimental psycholinguistics. An introduction. New York–Toronto–London–Sydney 1975.
- GORDOS G.–TAKÁCS Gy.: Digitális beszédfeldolgozás. Budapest 1983.
- GÓSY Mária: A szegmentális hangszerkezet percepciójáról. *MFF* 8. 1981, 87–104.
- GÓSY Mária: A [b, d, g] hangok percepció vizsgálat. *MFF* 10. 1982, 84–110.
- GÓSY Mária: Hangtani és szótani vizsgálatok hároméves gyermekek nyelvén. *Ny tudÉrt* 119. Budapest, 1984a.
- GÓSY Mária: A beszédmegértés kezdetei. *NyK* LXXXVI, 1984b/1, 23–35.
- GÓSY Mária: A hallás és beszédmegértés kapcsolatáról. *Nyr* CVIII, 1984c/3, 319–24.
- GÓSY Mária: A magyar beszédpercepció kutatásának állomásai Kempelen óta. *MFF* 13. 1984d, 43–7.
- GÓSY Mária: A kategoriális percepció kérdése tipológiai vonatkozásban. *MFF* 13. 1984e, 121–37.
- GÓSY Mária: Mássalhangzók felismerése zajban. (Kézirat.) 1985.
- GÓSY Mária–OLASZY Gábor: A gépi beszéd megértése (Az UNIVOICE magyar nyelvű, azonos idejű, számítógépes rendszer percepció vizsgálat). *NyK* LXXXV, 1983/1, 83–105.
- GÖTZE Árpád: A magyar beszéd-audiometria I-II. (Kandidátusi értekezés.) Budapest, 1974.
- GÖTZE, Á.: Frühe Rehabilitation hörgeschädigter Säuglinge. *Der Kinderarzt* 15. 1984, 27–37.
- GUTZMAN, H.: Untersuchungen über das Wesen der Nasalität. *Archiv für Laryng. und Rhinol.* 27. 1913, 59–125.
- HALM Tibor: Hallástan. Budapest, 1963.
- HARRIS, K.S.: Cues for the discrimination of American English fricatives in spoken syllables. *L & S* 1. 1958, 1–8.
- HAZAN, V.–FOURCIN, A.J.: Interactive synthetic speech tests in the assesment of

- the perceptive abilities of hearing impaired children. *Speech, Hearing and Language* 1983, 41–57.
- HAHLBROCK, K.H.: *Sprachaudiometrie*. Stuttgart 1970.
- HOUSE, D.: Identification of nasals: an acoustical and perceptual analysis of nasal consonants. *Working Papers* 22. 1982, 153–63.
- HÖRMANN, H.: *Psycholinguistics*. Berlin–Heidelberg–New York 1971.
- KATZ, J.: *Handbook of Clinical Audiology*. Buffalo, New York 1978.
- KISS Gábor–OLASZY Gábor: Interaktív beszéd szintetizáló rendszer számítógéppel és OVE III szintetizátorral. *MFF* 10. 1982, 21–45.
- KITTEL, G.: Rinophonic und ihre ärztliche Behandlung. *Sprache, Stimme, Gehör* 3. 1979, 87–91.
- KOLLÁR Dezső: *Fül-orr-égébetegségek gyermekkorban*. Budapest 1977.
- LANE, H.: The hue and cry concerning categorical perception (and conversely). *ZPhon* XXI, 1968, 109–16.
- LAZICZIUS Gyula: *Fonétika*. Budapest 1944.
- LIBERMAN, A.M.: Some results of research in speech perception. *JASA* 29. 1957, 117–23.
- LIBERMAN, A.M.–DELATTRE, P.–COOPER, F.S.–GERSTMAN, L.: The role of consonant-vowel transitions in the stop and nasal consonants. *Psychol. Monographs* 68. No. 8. 1954, 379–95.
- LOTZ, J.–ABRAMSON, A.S.–GERSTMAN, L.J.–INGEMANN, F.–NEMSER, W.J.: The perception of English stops by speakers of English, Spanish, Hungarian and Thai: a tape cutting experiment. *L & S* 3, 1960, 71–8.
- LUCHSINGER, R.: Klanganalytische Untersuchungen des offenen Naseln im Vergleich zu den manometrisch-phonetischen Registrierungen. *Folia Phoniatri* 6. 1954, 233–39.
- MAGDICS Klára: *A magyar beszédhangok akusztikai szerkezete*. Budapest 1965.
- MILLER, G. A.: *Language and Communication*. New York, Toronto, London 1951.
- MIYAWAKI, K.–STRANGE, W.–VERBRUGGE, R.–LIBERMAN, A.M.–JENKINS, J.J.–FIJIMURA, O.: An effect of linguistic experience: the discrimination of [r] and [l] by native speakers of Japanese and English. *Perception Psychophysics* 18. 1975, 331–40.
- MÁRTONY, J.: Some experiments on perceptual cues for swedish fricatives. *Proc. Comm. Sem. II. Stockholm* 1963, D. 4.
- MOLNÁR József: *A magyar beszédhangok atlasza*. Budapest 1970.
- NEMSER, W.: An experimental study of phonological interference in the English of Hungarians. *Hága* 1971.
- ODEN, C.G.–MASSARO, D.W.: Integration of featural information in speech perception. *Psychological Review* 85/3. 1978, 172–91.
- OLASZY Gábor: A magyar mássalhangzók és a mássalhangzó–magánhangzó-kapcsolódások akusztikai szerkezetének analízise és szintézise. *MFF* 10. 1982, 46–84.
- OLASZY Gábor: A magyar beszéd leggyakoribb hangsorépítő elemeinek szerkezete és szintézise. *NyudÉrt.* 121. Budapest 1985.
- ONISHI, M.: Perception of quality against quantity. *Int. Cong. of Phon. Sci. Praha* 1967, 713–5.

- OSGOOD, Ch.—SEBEOK, T.A.: Psycholinguistics. Bloomington—London 1965.
- PAUKA Károly: Halláslélektan — a beszédmegértés alaptényezői. Budapest 1980.
(Egyetemi jegyzet)
- PAUKA Károly: A beszéd megértése. In: Fejezetek a leíró magyar hangtanból. Szerk. BOLLA Kálmán. Budapest, 1982, 175—233.
- PISONI, D.B.: Some current theoretical issues in speech perception. *Cognition* 10. 1981, 249—59.
- PISONI, D.B.—SAWUSCH, J.R.: Some stages of processing in speech perception. In: *Structure and Process in Speech Perception*. Szerk. COHEN, A.—NOOTEBOOM, S. Heidelberg 1975, 16—34.
- PORT, R.F.: Invariance in phonetics. In: *Invariance and Variability of Speech Processes*. Szerk. PERKELL, I.—KLATT, D. Hillsdale 1984.
- RAHKO, T.—KARJALAINEN, M.A.—LAINE, V.K.—LAVONEN, S.: Speech audiometry by a speech synthesizer. I. A preliminary report. *Arch. Otorhinolaryngol.* 222. 1979, 85—9.
- REMINGTON, R.: Processing of phonemes in speech: a speedaccuracy study. *JASA* LXII, 1977, 1279—90.
- RISBERG, A.—AGELFORS, E.: On the relation between frequency discrimination ability and the degree of hearing loss. *STL—QPSR* 1984/4, 59—71.
- SCHEFFERS, M.T.M.: The role of pitch in perceptual separation of simultaneous vowels. *IPO Annual Progress Report* 14. 1979, 51—5.
- SCOTT, B.L.: Temporal factors in vowel perception. *JASA* 60. 1976, 1354—65.
- SELNES, O.A.—WHITAKER, H.A.: Morphological development of the auditory system. In: *The Neuropsychology of Language*. Szerk. RIEBER, R.W. New York—London 1976, 125—57.
- SIMONS, W.F.: Transformation of the vowel triangles of different speakers. *IPO Annual Progress Report* 15. 1980, 29—33.
- SPRENG, M.—YOUNG, N.B.: Számítógéppel előállított magánhangzók alkalmazása az objektív audiometria céljára. *Zeitschrift für Hörgeräte Akustik*. 1978. IX. (fordítás)
- STEVENS, K.N.: The potential role of property detectors in the perception of consonants. In: *Auditory Analysis and Perception of Speech*. Szerk. FANT, G.—TATHAM, M.A.A. New York 1975, 303—30.
- STRICKER, S.: Studien über die Sprachvorstellungen. Wien 1880.
- STUDDERT-KENNEDY, M.: Speech perception. *L & S* 23. 1980, 45—66.
- SUBOSISTS István: Energialeoslás a magyar [s] és [j] hangok hangszínképében. *MFF* 1. 1978, 77—92.
- Summary of the discussion on speech perception. *L & S* 23. 1980, 81—91.
- SZABÓ Elemér—SZABÓ Gyula—SIMON György: Az alapellátás közreműködése a 0—18 éves csökkenthallásúak föl kutatásában. *Medicus Universalis* XVII, 1984, 135—9.
- SZIRTES József—DIEKMANN, V.—ROTHENBERGER, A.—JÜRGENS, R.: Adalékok a beszédészlelés mechanizmusához. *Pszichológia* 1981/2, 171—82.
- TARNÓCZY, T.: Resonance data concerning nasals, laterals, and thrills. *Word* IV, 1948, 71—7.

- TARNÓCZY, T.: Die akustische Struktur der stimmlosen Engelaute. ALinguH IV, 1954, 313–49.
- TARNÓCZY Tamás: A nazalitás fizikai jellemzői. In: A Magyar Fonetikai, Foniátriai és Logopédiai Társaság Kongresszusa. Budapest, 1968, 6.
- TARNÓCZY Tamás: Hangnyomás, hangosság, zajosság. 1984. Budapest
- TRENSCHEL, W.: Das Phänomen der Nasalität. Berlin 1977.
- VÉRTES O. András: A magyar beszédhangok akusztikai elemzésének kérdései. In: Fejezetek a magyar leíró hangtanból. Szerk. BOLLA Kálmán. Budapest, 1982, 71–115.
- VICSI Klára: Az időtartam szerepe néhány mássalhangzó-típus hallás alapján történő megkülönböztetésében. MFF 7. 1981, 59–67.
- WILLEFORD, J.A.: Sentence tests of central auditory dysfunction. In: Handbook of Clinical Audiology. Szerk. KATZ, J. Buffalo—New York 1978, 252–62.
- WODARZ-MAGDICS, K.: Experiments in Hungarian vowel recognition. Linguistics 56. 1970, 64–87.

IDENTIFICATION OF HUNGARIAN SPEECH SOUNDS, THE APPLICATION OF THE EXPERIMENTAL RESULTS

Mária Gósy

The study of the process of speech comprehension is the subject of various disciplines. The linguistic-phonetic study of speech inevitably involves the investigation of perception and comprehension as parts of the entire communicative chain. Works on this topic, highly increasing in number in international literature since the 1950's, exhibit a three-fold, articulatory—acoustic—perceptual approach. Despite their valuable results, no unambiguous, language-specific description of the comprehension process has become available as yet.

Research of speech comprehension appears in Hungarian literature rather sporadically. Nevertheless, the articles published report important partial results and provide models, problems and a basis for further work (cf. primarily the works of Iván Fónagy, Lajos Hegedűs, Klára Magdics, Károly Pauka, Csaba Pléh, Tamás Tarnóczy and Klára Vicsi).

The topic of the thesis is the investigation of perceptual properties of Hungarian speech sounds and the description of the implementation of the results so obtained. Perception and understanding are studied from a linguistic-phonetic angle, according to which the sequences of operations are governed by the perceptual basis of the mother-tongue.

The objective of the thesis is the investigation of the perceptual identification of vowels, voiced plosives, nasals, dentals and alveolar fricatives by experimental methods; the determination of those frequency-components that guarantee the exact identification of these speech sounds; and, finally, the verification of the applicability of the results.

The results of the study are based on experiments directed at the investigation of elementary perceptual units, word recognition, of recognition cues of vowels and consonants, and hearing. The linguistic material varied with these specific goals, ranging from isolated speech sounds, CV and VC sequences and meaningless sound sequences to meaningful words.

Experimental material was prepared by the following methods: frequency filtration, masking with white noise and synthesized speech signals.

Approximately 2,000 linguistic units were compiled by these methods altogether. Subjects were exposed to them in 25-30-unit sequences on the average.

Subjects were native speakers of Hungarian, (i) adults from Budapest, differing in age and education, and (ii) children-groups of heterogeneous social composition. More than 600 adults and children took part in the experiments.

Methods of test procedures also varied with the specific goals: (i) in individual and group testings in a silent room, subjects heard the recorded material (separated by 8 s pauses) in a free sound space, through the loudspeaker, (ii) in clinical and kindergarten environment, the sound signals were heard through headphones, monoaurally. The tasks were to take down the speech segment in ordinary orthography and to repeat them. Almost 50,000 pieces of perceptual data were collected and analyzed in the course of these experiments.

The results are, on one hand, linguistic-phonetic in nature: speech processes were interpreted in the framework of articulation—acoustics—perception. The perception data and the conclusions based on them contribute to a more faithful understanding of the quality of the speech sounds examined. On the other hand, they made it possible to work out a procedure which has an immediate practical value, besides its scientific one. The results can be summarized as follows.

1. Drawing from both literature and my own experimental data, I explicated my attitude towards the questions of speech comprehension that appeared relevant for my topic. I surveyed the most characteristic comprehension schemes and attempted to form my own model. On the basis of this I attributed a hierarchical model to speech comprehension, with levels corresponding to various linguistic orders of magnitude. In natural communication, the participation of individual levels are different, which provides for a global comprehension strategy. I elaborated on the details of the acoustic, phonetic and phonological levels. My experimental results led to the conclusion that the elementary perceptual unit of the phonological level is the CV or VC sequence, and/or the sequence of one vowel and more than one consonant. The investigation of the identification of different types of speech sounds suggests that classification according to phoneme classes can be either absolutely precise, or less precise, or even conditional, given that identifiability is determined by articulation and the parametric relations in the acoustic signal sequence thus obtained.

My results suggest that word recognition is primarily due to so-called progressive identification: analysis involves a specific segment of the sound sequence, from which on meaning can be probabilistically predicted. In case the sound sequence seems meaningless, identification is regressive: the subject makes a decision after analyzing the whole acoustic sequence. Acoustic properties are primary in analysis, nevertheless, the decisive role is played by that part of acoustic structure which activates some

meaning for the first time. Analysis of reaction times (between exposure and identification of meaning) shows that the phonotactic rules of the given language play an important role in identification. The less a sound sequence conforms to the sequential rules of Hungarian, the more difficult its identification will be, and, conversely, the more it is conformity with them, the shorter reaction time is, i.e., the easier/quicker identification will be.

Perception results for the speech sounds investigated show that the, or one of the, primary cues to identification can be expressed in terms of frequency-values. The most important perception results for individual speech sound types are follows:

a) I give the figures for the frequency ranges of the first and the second formants (F1 and F2), which determine the identifiability of Hungarian vowels, for vowels differing in duration. Qualitative deviation is the least in the cases of 200 ms and 300 ms vowels. The frequency range of the first formant changes with the increase of duration: as a rule, it narrows down/decreases, except for palatal labials ([ϕ , ϕ ː, y, yː]), which are stable in this respect.

Frequency components are characteristic of the quality of vowels on higher frequencies too; their role in perception is nevertheless much debated. According to my data these components ensure the identification of vowels, if the intensity of the first two formants confirming the exact identification is decreased to a great extent. In such cases the phoneme-decision is based on higher index number formants available.

b) Perceptual data for voiced plosives ([b, d, g]) partly supported the results for the corresponding English consonants. Only the second formant of the burst of the bilabial plosive can be considered to be the primary cue to recognition. The identification of dental plosives is influenced by the following vowel in the following way: the value of F2 is decisive before palatal sounds, but before velar sounds, intensity also has a great importance (simultaneous cues to recognition). It is characteristic of [g] in every sequence with vowels that F2 does not exclusively determine whether it can be precisely recognized or not. Before front vowels, intensity, the value of F1 and inner durations are also important factors; before back vowels, intensity, F1, and inner duration are decisive, while the value of the second formant is secondary. The F2 value-range of the plosion of stops was expressed by implications which guarantee precise identification (in every sound combination). (See Hungarian Papers in Phonetics 10. 1982.)

c) I determined the frequency components, ensuring, the recognition of nasal consonants ([m, n, ɲ]). The data did not support the claim in literature that, similarly to stops, the invariant features of nasals of different places of articulation can be acoustically expressed by the value of F2. Hungarian nasal consonants cannot be unambiguously characterized by a unique primary cue to identification (e.g. as the frequency of the first formant of [m] was increased with 150 Hz, its recognition changed into [l]). According to my data, initial [m] can be identified the most positively; [m] and [ɲ] alternate with each other and with the dental nasal consonant in recognition, but [n] is mistaken for the consonants [l] and [r] by the subjects.

d) I determined the frequency-range of noise of dental and alveolar fricatives in CV sequence with every vowel. I expressed the results with implications, too. For

example [s] is identified before the vowel [a:] if the noise is ≥ 4000 Hz, or in case of two foci, if one of them is > 3500 Hz, and the other is > 4000 Hz, respectively; [ʃ] is identified if the noise is between 1000 and 3500 Hz, or in case of two foci, if one of them is ≤ 2500 Hz, and the other is > 4500 Hz, respectively, see p. 54–56. I determined that frequency range in which the distinction of alveolar and dental fricatives is uncertain. This is the 3000–4000 Hz range; in case of two noise foci in the range, their distance from each other also influences identification.

On the basis of synthesized material I gave the exact values for the correspondence of frequency and duration concerning the identification of fricatives, affricates, stops in sound-sequences and words.

2. On the basis of the perceptual results of the speech sounds examined I assumed that, knowing the value of invariant features, the process of speech understanding can be further studied: hearing mechanism and the level of recognition of words can be examined. The examination of the two processes is connectible in case we produce speech material which involves acoustic values corresponding only to invariant features (or hardly more than that). This condition is satisfied by artificial speech based on perceptual data. On the basis of this a new method can be developed with which the function of the hearing mechanism and the level of speech understanding can be estimated at the same time. It has its significance where the traditional methods are imperfect or their results are uncertain; e.g. in screening tests of children. (To establish these I surveyed the actual examination method of hearing and speech understanding of young children, the screening practice, and the development of the child's speech understanding on the basis of the literature and my own data).

To provide a basis for the new method, I made a test of words consisting of two and three speech sounds, which involved 40 meaningful words. In the one of synthesis the frequency components of speech sounds were set for the values determined in advance. My assumption was that with the help of these sequences it can be determined whether the hearing function is normal or impaired, and the level of speech understanding can be exactly estimated.

How does the screening function of the artificially produced words work? Let us suppose that the system of speech understanding has to analyze data of quantity x to understand the word *chair*. But the acoustic structure of natural speech is highly redundant, that is, it contains significantly more information (data) in the speech signal than is necessary for its safe recognition. In the case of the example *chair*, it contains data of quantity $x+y$. The data surplus (y) becomes stored it can be immediately called out in case of any kind of „disorder” (e.g. noise), to provide supplementary information. On the other hand the word *chair* we synthesize hardly contains more information than the necessary quantity x . Therefore, in case there is some „disorder” at any point in the recognition process, $x+y$ would make identification possible, but x in itself does not, whence comprehension will be mistaken (to some extent). The comprehension of a signal sequence containing information x requires the processing of all the information in a perfectly sound fashion, e.g. by the help of normal hearing (see figure 17.).

This hypothesis was first practically tested under laboratory circumstances.

Different degrees and kinds of hearing impairment were simulated by frequency filtration, which verified the working of the filtering function. Subjects recognized natural and synthetic words in a deviant fashion. The same test material was then tested in clinical and kindergarten environments in children with normal and impaired hearing. Both series of experiments suggested that the new method provides a solution for the mass-scale hearing screening of kindergarten children and, at the same time, provides information about their level of speech comprehension.

The results obtained by the method of hearing screening by synthetic words were as follows:

- (i) hearing impairment in either ear can be determined,
- (ii) the answers by the child make it possible to determine the degree of impairment, with the help of test sheets compiled on the basis of perception and comprehension experiments,
- (iii) the type of impairment can be determined with a significant degree of correctness on the basis of correct or incorrect answers to words with different frequency structures, from the decline of the hypothesized threshold curve (without actually measuring bone conduction).

The results obtained from screening the level of speech comprehension were as follows:

- (i) I characterized the word recognition performance of children of 3-6 years in terms of percentages,
- (ii) these values made it possible to determine whether the child's speech comprehension was sufficiently advanced to enable him or her to learn to read and write, i.e., to enter school.



**A LENGYEL BESZÉDINTONÁCIÓ KÍSÉRLETI-FONETIKAI
VIZSGÁLATA**

**THE EXPERIMENTAL-PHONETIC ANALYSIS OF POLISH
INTONATION**

Földi Éva

Bevezetés

1. A beszédintonáció fonetikai elemzésével foglalkozó hazai és külföldi munkákból kitűnik, hogy az intonációról alkotott felfogások, nézetek igen eltérőek, szinte szerzőnként változnak. Magát a terminust illetően sem egységes a kutatók álláspontja, ami – éppen – eltérő intonáció-értelmezésükből fakad. Egyebek között olyan megnevezésekkel találkozhatunk – az „intonáció” mellett –, mint mondathangsúly (Szober 1953), beszéddallam (Jassem 1962; 1973), szupraszegmentális hangszerkezet (Bolla 1980) stb.

A kutatók korábban különböző részproblémák, elsősorban a hanglejtés, a ritmus, a hangsúly, a beszéddallam tárgyalása kapcsán érintették az intonáció kérdését (pl. Balassa 1904; Benni 1916; Szober 1931 stb.). Az utóbbi néhány évtizedben a fonetikai kutatások egyik központi témája lett a beszédintonáció vizsgálata, s az elért eredményekről számos monográfia, résztanulmány készült (Steffen-Batogowa 1963; Fónagy–Magdics 1967; Léon–Martin 1969; Jassem 1973; Nikolajeva 1977; Bolla 1979 stb.). A beszédintonáció fogalmára, alkotóelemeinek a meghatározására vonatkozó álláspontok azonban nagyon sokfélék, amelyek közül két irányzat, az intonáció szűkebb, illetve tágabb értelmezése került leginkább előtérbe.

Az intonáció szűkebb értelemben az alaphang frekvenciaváltozásaival előállított dallamot jelenti. E nézet szerint tehát a beszédintonációt egyetlen komponens hozza létre, az alapfrekvencia változásait kísérő, pontosabban az azzal együtt ható, s egymással kölcsönhatásban levő tényezőket (intenzitás, időtartam, szünet stb.) egymástól elválasztva, fonetikai részkategóriákként vizsgálják, melyeket többnyire mint szupraszegmentális vagy prozódiai tényezőket, esetleg mint hangtulajdonságokat említenek. (Ld. például: Laziczius 1944; Dłuska 1976²; Szende 1976.) Ezt az álláspontot képviselő kutatók szerint a szupraszegmentális elemek egymással nincsenek kapcsolatban, következésképpen semmiféle rendszert nem alkotnak.

A másik – egyre jobban elterjedő – felfogás szerint a beszédintonáció nem egy (alapfrekvencia), hanem több akusztikai összetevő (alapfrekvencia, intenzitás, időtartam) változásaiból szerveződő fonetikai részrendszer. (Ld. például: Léon–Martin 1969; Dąbrowska 1971; Nikolajeva 1977; Dukiewicz 1978; Bolla 1979; Bagmut 1980 stb.) Az intonációt alkotó komponensek számát illetően azonban nem egységes a kutatók álláspontja, sokszor még egy nyelv intonációs szerkezetére vonatkozóan sem (Zinder 1978, 272).

2. A lengyel intonáció-kutatás is az utóbbi néhány évtizedben lendült fel. A korábbi hangtani munkák szerzői nem foglalkoztak a beszédintonációval (pl. Benni 1924) vagy más részdiszciplínák kapcsán vetettek fel részproblémákat. Szober a hang-

súlyról szólva említi az intonációt, s mondathangsúlynak nevezi (1953, 21–2). Wierchowska a beszéd prozódiai tényezői között elemzi röviden a nála intonációt jelentő beszéddallamot (1971, 221–3). Dłuska is azon az állásponton van, hogy a beszédintonációt az alaphangmagasság változásaiból létrejövő beszéddallam jelenti (1976²). Milewski Nyelvtudomány című munkájának a nyelv szintaktikai rendszerével foglalkozó fejezetében tesz említést a mondatintonációról, amely véleménye szerint nem a fonetika, hanem a szintaxis tárgykörébe tartozik (1976, 94–7).

Jassem a lengyel hangsúlyt tárgyaló monográfiájában (1962), a Podstawy fonetyki akustycznej (1973) című könyvében, valamint leíró angol hangtani munkáiban (1979⁶ és 1979) foglalkozik részletesebben az intonáció kérdésével. Jassem a következőképpen definiálja az intonációt: „Intonacją nazywamy modulacje wysokości tonu w mowie, polegające na obniżaniu i podwyższaniu głosu i nadające wypowiedzi swoistą melodię.” (1979, 57.) Beszé dintonáción tehát ő is az alapfrekvencia változásain alapuló dallamot érti, amelynek a segítségével a beszélő kinyilvánítja érzelmeit, s kifejezi a beszéd tárgyához, valamint a partneréhez való viszonyát. Elemzései során párhuzamot vont a beszéddallam és a zenei dallam között is. Ezt tükrözi a hangmagasságok zenei elnevezései mellett, egyik fonetikus átírási modellje is (1962, 36–41), amely a zenében használatos kottairás alapján készült.

A Kudela-Dobragowskával közösen írt tanulmányában (1973) is kifejti, hogy az alapfrekvencia fontos szerepet játszik a beszédnek mind a szegmentális, mind pedig a szupraszegmentális szintjén. Szegmentális szinten a beszédhangok létrehozásában van jelentősége, szupraszegmentális szinten a szerzők által intonációnak nevezett dallam alkotóeleme.

A lengyel beszé dintonáció kísérleti-fonetikai vizsgálata terén Dukiewicz ért még el jelentős eredményeket, amelyeket az 1978-ban megjelent, a lengyel beszé dintonációt elemző monográfiájában foglalt össze. Dukiewicz véleménye szerint az intonáció az alaphangmagasság, az intenzitás időbeli változásaiból és a hangszínezet módosulásai-ból szerveződő fonetikai részrendszer. Vizsgálatait természetes (hangos és suttogó) valamint mesterséges (szintetizált) beszéden végezte. A suttogás elemzésével azt kívánta igazolni, hogy az intonációt nem csupán az alapfrekvencia-változás hozza létre, hiszen a suttogó beszédben nincs FO (Dukiewicz 1978, 11–8).

Hasonló állásponton van Dąbrowska is, aki a beszé dintonációt egy adott nyelvre jellemző, sajátos jelrendszernek tekinti, amely véleménye szerint öt alkotóelemből — a hangmagasságból, a hangterjedelemből, a hangsúlyból, az időtartamból és a ritmusból — szerveződik (Dąbrowska 1969).

A korábbi vizsgálatok túlnyomó részben szubjektív, hallás utáni elemzéseken alapultak, műszeres méréseket csupán az összehasonlítás kedvéért végeztek (ld. például: Steffen-Batogowa 1963; Wodarz 1962). Műszeres vizsgálati eredményekkel első-sorban Jassem és Dukiewicz munkáiban találkozhatunk.

Történtek kísérletek a lengyel kutatásban is az intonáció „fonológiai—prozódiai rendszerének” a meghatározására, de e téren korántsem beszélhetünk megnyugtató eredményekről (Jassem 1962 és 1973; Steffen-Batogowa 1963). A szerzők a dallam-(hanglejtés)-formák alapján próbáltak a fonémákhoz hasonló funkciót hordozó ún. intonémákat megállapítani.

Az intonáció nyelvészeti státusát illetően meg kell jegyezni, hogy máig sincs egy-

séges álláspont az intonáció nyelvészeti kutatási státusát illetően sem, vannak akik úgy vélik, hogy az intonáció vizsgálata nem a fonetika, hanem más nyelvészeti diszciplína feladata.

3. Dolgozatomban a lengyel beszédintonáció fonetikai szerkezetét elemzem, s az egyes konkrét példák alapján próbálok szerkezeti típusokat meghatározni. Természetesen nem vállalkozhattam az intonáció funkcionális (fonológiai) szempontú vizsgálatára, ehhez még sokféle, nagyobb kísérleti anyagon végzett elemzések szükségesek.

A vizsgálatához 180 (kijelentő, kérdő, felkiáltó/felszólító típusú mondatot) tartalmazó nyelvi korpuszt állítottam össze. A mondatokat, amelyek – néhány kivétellel – egyszerű hiányos és bővített, valamint tömondatok voltak, a bemondók érzelmi töltés nélkül mondták magnetofonszalagra; szótagszámuk 1 és 16 között váltakozott.

A hangfelvételek 12 bemondóval (6 nő és 6 férfi) 1979. október 30-án az LTA poznańi Akusztikai-Fonetikai Intézetében, valamint 1983. május 3-án 6 (4 nő és 2 férfi) adatközlővel az Adam Mickiewicz Tudományegyetem fonetikai laboratóriumában készültek. A bemondók valamennyien lengyel anyanyelvűek voltak, felső-, illetve középfokú végzettséggel rendelkeztek, s kiejtésük megfelelt a művelt lengyel köznyelvi kiejtés normáinak.

Két hangfelvételtől – 1 nő és 1 férfi ejtésében – diagramok és regisztrátumok készültek az MTA Nyelvtudományi Intézetének fonetikai laboratóriumában FFM 650 típusú alaphangmagasság-mérővel, IM 360-as intenzitásmérővel, 34 T típusú négycsatornás mingográfal. A szintézist PDP 11/34-es minikomputerrel, valamint OVE III típusú beszédsszintetizátorral csináltam.

Az akusztikus diagramok feldolgozása után elkészítettem a mondatok intonációs szerkezetének fonetikus átírását a Bolla Kálmán által javasolt fonetikus lejegyzés alapján (Bolla MFF 2. 1978, 7–24). Az objektív, műszeres vizsgáldást szubjektív, hallás utáni elemzéssel kapcsoltam össze. Az elemzés eredményeit szintézissel ellenőriztem.

A dolgozatban az intonáció, beszédintonáció kifejezéseket a szupraszegmentális hangszerkezet szinonimájaként használom (ld. Bolla MFF 5. 1980, 40–69). Ebben az értelemben az intonáció, a beszédhangokhoz hasonlóan, több akusztikus paraméterből szerveződő komplex egység. A beszédhangok – a beszéd legkisebb szegmentális egységei – akusztikailag a hangmagassággal, az intenzitással, az időtartammal és a hangszínnel leírhatók. Ezek az összetevők viszont másfajta felhasználásban a szupraszegmentális hangszerkezetek alkotóelemei is: az alaphang frekvenciaváltozás hozza létre a beszéd dallamát, az időtartam a beszédtempó és a ritmus kialakításában, az intenzitásváltozások pedig a beszéd dinamikájának alakulásában játszanak szerepet. A beszédintonáció tehát – alkotóelemeinek természetéből következően – akusztikus paraméterekkel leírható, nyelvi relevanciával rendelkező, önálló fonetikai kategória, az alaphangmagasság, az időtényezők, az intenzitás és a hangszínek változásain alapuló elemekből (dallam, tempó, ritmus, dinamika, szünet, hangszínezet) szerveződő részrendszer.

4. A lengyelben – a magyarhoz hasonlóan – a szupraszegmentális hangszerkezeteknek szintaktikai szinten van nyelvi relevanciájuk, szerkezeti és funkcionális elemzésük tehát mondatnyi beszédegységeken végezhető el. A mondat egy szünettől szünetig terjedő, egy gondolati egészt, egységet hordozó beszédszakasz, amely a benne kifejeződő jelentéstartalomtól függően különféle típusokba sorolható. Az általánosan elfo-

gadott osztályozás szerint kijelentő (valamilyen információt közlő), kérdő (valamiről valamilyen információt kérő) és felkiáltó/felszólító (valamilyen kérést, parancsot stb. tartalmazó, valamire felszólító stb.) típusú mondatok különböztethetők meg. A lengyel beszédintonáció elemzéséhez a nyelvi anyagot e felosztás alapján állítottam össze.

A hangtest kettős (szegmentális és szupraszegmentális) tagolásáról, a szupraszegmentális hangszerkezetet felépítő akusztikus összetevőkről számos tanulmány jelent meg, egyebek között az MFF kötetekben is (ld. Bolla MFF 2. 1978, 7–23; MFF 3. 1979, 19–31; MFF 5. 1980, 40–67), ezért csak röviden összefoglalom az elemzés szempontjából a legszükségesebbeket.

Az intonációs szerkezetek az alábbi alkotóelemekből épülnek fel:

- | | |
|----------------------|---|
| 1. dallam | – az alaphang frekvenciaváltozásain alapuló elem, |
| 2. dinamika | } az intenzitásváltozásokon |
| 3. szünet | |
| 4. tempó | } az időtényezőn alapuló elemek, |
| 5. ritmus | |
| 6. emfatikus nyújtás | |

7. hangszínezet – a felharmonikusokból formálódó hangajástság.

Ezek a szerkezeti összetevők a következő jegyek alapján írhatók le.

A d a l l a m a hanglejtés/hangmenet változásának iránya, a hangmagasság foka és változásának a szintje, a hangterjedelem és a hangköz szerint elemezhető. A d i n a m i k a i struktúrát az intenzitásváltozás iránya, foka és erősségi szintje alapján lehet megállapítani.

A s z ü n e t „a beszédsszignál nulla intenzitású metszete” (Bolla MFF 5. 1980, 47), s időegységben mérhető. A szünet elsősorban a beszédtagolás, az érzelmkifejezés és a hangsúllyal való kiemelés eszköze.

A t e m p ó az időegységre (a dolgozatban 1 s-ra) eső szegmentumok (a dolgozatban = beszédhangok) számával fejezhető ki. A r i t m u s t a szótagok időtartamadatai, illetve azok egymáshoz viszonyított értékei alakítják ki. A ritmusélményt a szótagoknak három fajta időtartam-típusban (hosszú, közepes és rövid) való váltakozásai, azaz a beszédnek ezzel összefüggő szabályos lüktetése váltja ki. (Ez a legtisztább formában a ritmikus prózában érezhető.)

A z e m f a t i k u s n y ú j t á s t a mondat egyes szegmentumainak a várhatónál jóval nagyobb időtartamban való realizálódása hozza létre, s főleg az érzelmkifejezés eszköze. A h a n g s z í n e z e t a felhangok számával és viszonylagos erősségi fokával jön létre.

A szupraszegmentális hangszerkezetek alkotóelemei közül nem vizsgáltam a szünetet, az emfatikus nyújtást és a hangszínezetet, mert nem összefüggő beszédsszövegeket, hanem egyes, érzelmi töltés nélküli mondatokat elemeztem, mivel a cél a lengyel intonációs szerkezetek alaptípusainak a leírása volt.

Elemzés

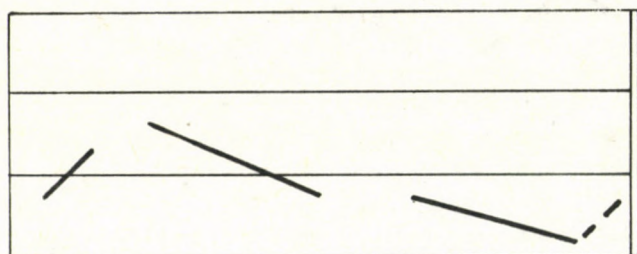
I. A kijelentő mondatok

A vizsgált lengyel kijelentő mondatok, amelyek 1–10 szótagból álltak, időtartama K1 női bemondó ejtésében 0,36–1,94 s, Cu férfi bemondó esetében pedig 0,48–1,98 s között váltakozott. Átlagos tempójuk Cu-nál 9,5 hang/s, K1-nél 9,3 hang/s, ami azt mutatja, hogy az elemzett lengyel mondat típusok közül a kijelentő mondatok tempója volt a leglassúbb mindkét adatközlő ejtésében.

A mondatok ritmusa közepesen gyorsuló–lassuló volt, nagyobb változásokat a szótagok egymáshoz viszonyított időtartam-adatai nem mutattak, s ez is oppozícióba állítja a kijelentést a kérdő és felszólító típusú mondatokkal. A hangsúlyos szótagok Cu ejtésében 20–80 ms-mal, K1-nél pedig 60–110 ms-mal voltak hosszabbak a szomszédos szótagok időtartamánál, s a mondat végén megnövekedett az utolsó szótagok időtartama.

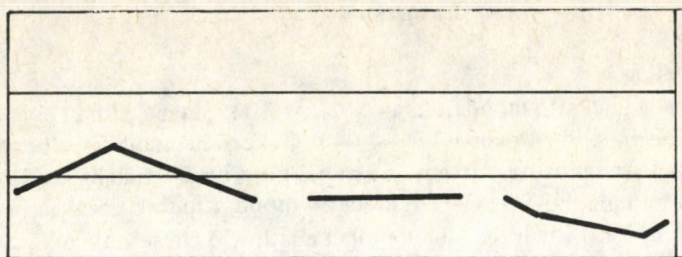
A kijelentő mondatok dallama emelkedő–ereszkedő hangmenet volt jellemző, ami a befejezettség kifejezésének tipikus intonációs eszköze. Ez az ereszkedő forma a következő szerkezetekben fordult elő:

a) Emelkedő–ereszkedő, s a mondat végén esetenként enyhén (K1-nél 50–60 Hz-et, Cu-nál 20–30 Hz-et) emelkedő hangmenetben, amely elsősorban az 1–5 szótagból álló kijelentéseket jellemezte. Az egy szótagos mondatoknál nem tapasztaltam mondatvégi emelkedést. Megjegyzem, hogy a férfi bemondó ejtésében a mondatvégi enyhe emelkedés ritkábban volt megfigyelhető, mint a női adatközlőnél.



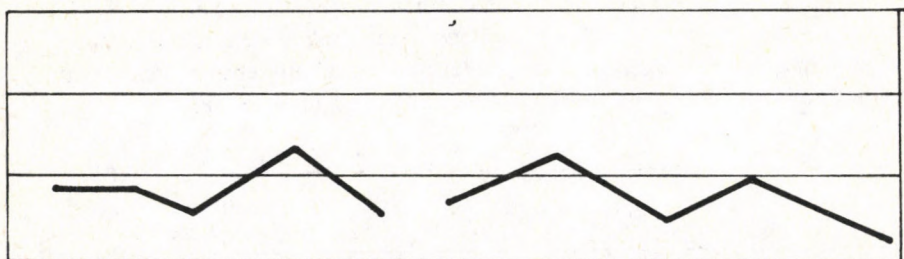
Ten film jest nud – ny.
(Ez a film unalmas.)

b) Emelkedő–ereszkedő–lebegő–ereszkedő, s a mondat végén gyakran enyhén megemelkedő dallamformában, rendszerint a 4–6 szótagos mondatok esetében:



Nie znam te - go pa - na.
(Nem ismerem ezt az urat.)

c) Lebegő/ereszkedő—emelkedő—ereszkedő, tremolóféle hangmenetben. Ez általában a hétnél több szótagból álló kijelentésekre volt jellemző:



Wczo - raj by - liś - my w mu - ze - um.
(Tegnap múzeumban voltunk.)

A kijelentő mondatok dallama a beszélők teljes szubjektív hangterjedelmének (Cu esetében ez 70–340 Hz, K1-é pedig 120–480 Hz) a mély vagy középső zónájából (Cu: 75–170 Hz, K1: 220–300 Hz) indult, s mindig a mély hangmagassági sávban (Cu: 70–160 Hz, K1: 120–240 Hz) fejeződött be. A frekvenciacsúcsok Cu-nál 140–190 Hz, K1-nél pedig 230–375 közötti értékeket vettek fel, s általában a mondat első vagy második szótagjára estek, de – az utolsó szótagok kivételével – más szótagon is előfordultak. Az F0-csúcsok tehát a férfi bemondónál a mély zóna felső határa és a középső zóna felső határa, a női adatközlő esetében pedig a mély zóna felső határa és a felső zóna alsó határa közötti sávokban mozogtak. A mért csúcsértékek a kérdéshez és a felszólításhoz viszonyítva kisebbek, s a kijelentő mondatoknál nem következett be az alaphang meredek változása. Az alaphangfrekvencia minimumértékei mindig a mondat végén voltak. A kérdő és felszólító típusú mondatokhoz képest a kijelentő mondatok hangterjedelme bizonyult a legszűkebbnek: Cu ejtésében a 70–190 Hz-es, K1-nél a 120–375 Hz-es frekvenciasávban realizálódott a kijelentő mondat dallama. Az átlagos hangterjedelem így Cu esetében 120 Hz, K1-ében pedig 225 Hz, ami a beszélő szubjek-

tív hangrerjedelmének 63,1 %-át (Cu), illetve 65,5 %-át (K1) jelenti. A mondatok dal-
lamát a közepes—mély hangfekvés jellemezte. Magas—mély realizáció is előfordult a női
bemondó ejtésében, de ez nem volt tipikus.

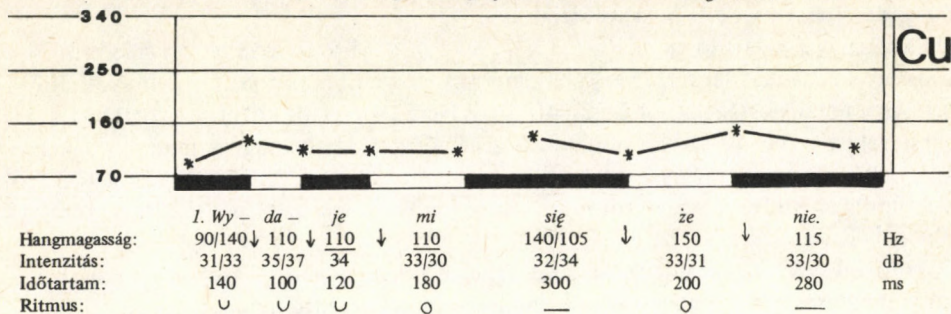
A lengyel kijelentő mondatok *i n t e n z i t á s* változásának iránya erősödő—
csökkenő és erősödő—egyenletes—csökkenő volt, s az előbbi forma szerepelt gyakrab-
ban. Az intenzitásértékek Cu-nál 23–40 dB, K1-nél 19–40 dB között mozogtak, s a
csúcsértékek — 35–40 dB volt mindkét adatközlőnél — az első vagy a második, ritkáb-
ban pedig a harmadik szótagra estek. A minimumértékek (Cu: 23–30 dB, K1: 19–22
dB) mindig az utolsó szótagon fordultak elő, de erősebb intenzitásponatok itt is szere-
peltek.

A frekvencia- és az intenzitáscsúcsok helye általában az 1–2 szótagos mondatok-
ban volt azonos. Az intenzitásváltozás foka szerint a kijelentő mondatok dinamikája
enyhén változónak bizonyult.

A következő fonetikus átírási minták az alábbi lengyel kijelentő mondatok in-
tonációs szerkezetéről készültek:

1. *Miło mi pana poznać.* — *Örülök, hogy megismerhetem.*
2. *Wydaje mi się, że nie.* — *Azt hiszem, hogy nem.*
3. *To nie wymaga bliższych wyjaśnień.* — *Ezt nem kell különösebben megmagyarázni.*

Tempó: 10,6 hang/s Hangterjedelem: 90–150 Hz Hangköz: 40%

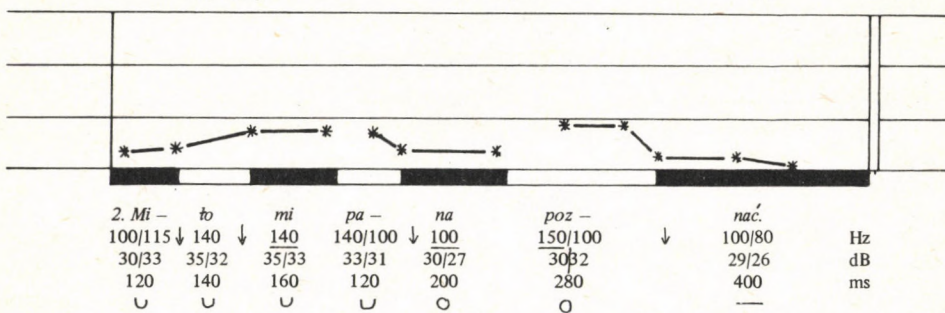


A szupraszegmentális hangszerkezet időtartama: 1,32 s; 14 hang

11,3 hang/s

80–140 Hz

43%

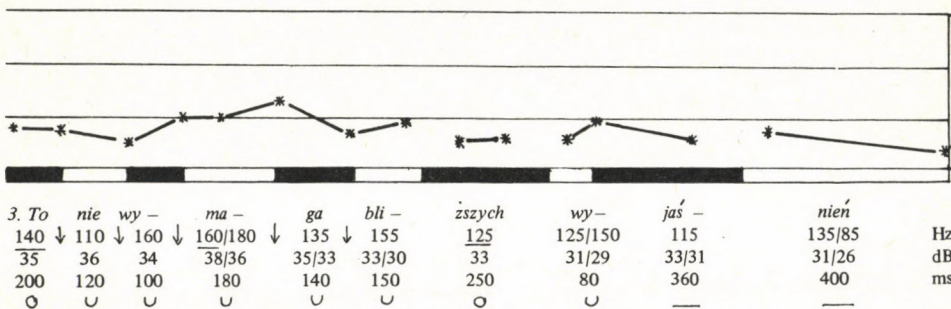


A szupraszegmentális hangszerkezet időtartama: 1,42 s; 16 hang

12 hang/s

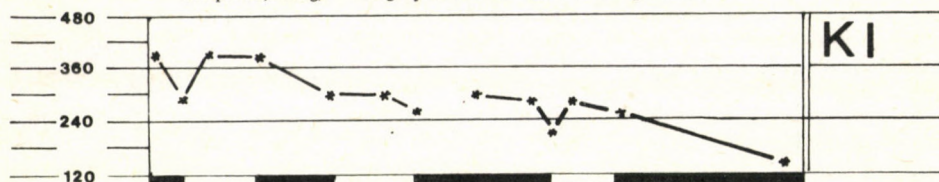
85–180 Hz

52,7%



A szupraszegmentális hangszerkezet időtartama: 1,98 s; 24 hang

Tempó: 11,5 hang/s Hangterjedelem: 140–400 Hz Hangköz: 75%



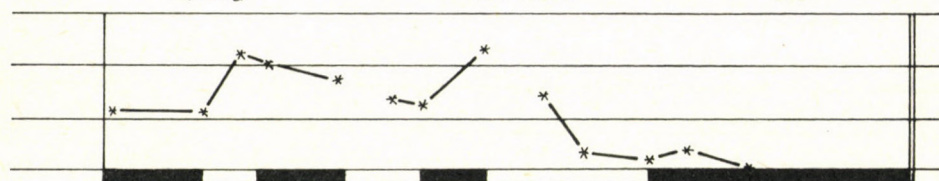
Hangmagasság:	1. Wy –	da –	je	mi	sig	ze	nie.	Hz
	400/300 ↓	400 ↓	300 ↓	250	300/275/225 ↓	270/250 ↓	140	
Intenzitás:	36	37/35	35/33	32	37/33/39	36/34	34/29	dB
Időtartam:	60	140	140	150	260	120	350	ms
Ritmus:	U	U	U	U	—	U	—	

A szupraszegmentális hangszerkezet tartama: 1,2 s; 14 hang

10,8 hang/s

130–400 Hz

60%



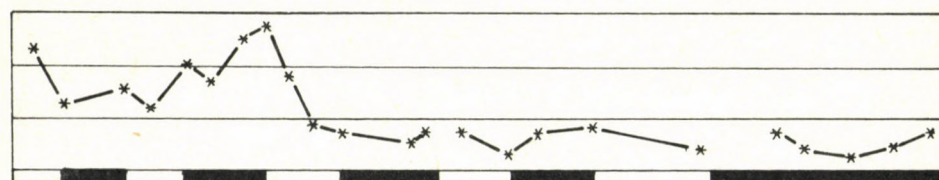
2. Mi –	to	mi	pa –	na	poz –	nać.	Hz
250 ↓	375/360 ↓	350	280/265 ↓	400	300/175/160 ↓	175/130	
32/37	33/35	30/33	37/35	33	37/35	30/27	dB
180	110	150	140	120	310	480	ms
U	U	U	U	U	U	—	

A szupraszegmentális hangszerkezet tartama: 1,49 s; 16 hang

12,4 hang/s

135–450 Hz

70%



3. To	nie	wy –	ma –	ga	bli –	wszy	–ch wy –	ja –	śnien.	Hz
400/	285 ↓	260/370/335/410/	350/225/	185/220 ↓	225/160	200/225 ↓	170	200/150/135/150/200		
275 ↓	39/	37/35	33	37/39	37/43	32/29	32/35	38/36	37/34	dB
120	120	110	150	140	180	270	150	220	480	ms
U	U	U	U	U	U	U	U	U	—	

A szupraszegmentális hangszerkezet tartama: 1,94 s; 24 hang

II. A kérdő mondatok

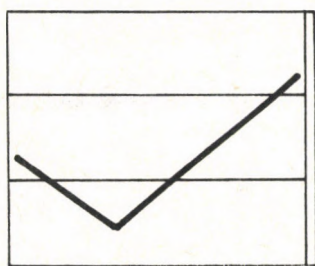
A lengyel kérdő mondatok két típusával, az eldöntendő és kiegészítendő (kérdőszavas) kérdéssel foglalkoztam.

A) Az eldöntendő kérdő mondatok időtartama 0,44 s (Cu), illetve 0,49 s (K1) – egy szótagos mondat – és 2 s (Cu), valamint 1,96 s (K1) – tizenegy szótagból álló mondat – között volt. Az elemzett mondatok átlagos *t e m p ó j á r a* a férfi bemondónál 10,8 hang/s-ot, a nőnél pedig 9,94 hang/s-ot mértem. Ezek az értékek azt mutatják, hogy a lengyel eldöntendő kérdés beszédsebessége (mindkét adatközlő ejtésében) a kijelentésnél és a felszólításnál gyorsabb, a kiegészítendő kérdésnél viszont lassúbb.

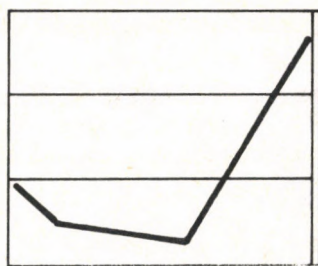
Az eldöntendő kérdő mondatok *r i t m u s a* többnyire gyorsuló–lassuló volt. A mondatvégi utolsó vagy utolsó előtti szótag – itt következik be az alaphrekvencia meredek változása, vagyis ez a dallam szökő szakasza – időtartama bizonyult a leghosszabbnak, a többi szótag idejéhez mérten 20–140 ms-mal (Cu), illetve 50–220 ms-mal (K1) nyúlt meg.

Az eldöntendő kérdő mondatok *d a l l a m a* emelkedő/ereszkedő–szökő hangmenetű, s a következő változatokban realizálódott:

a) Ereszkedő–szökő; ez elsősorban az egy szótagos kérdésekre volt jellemző:

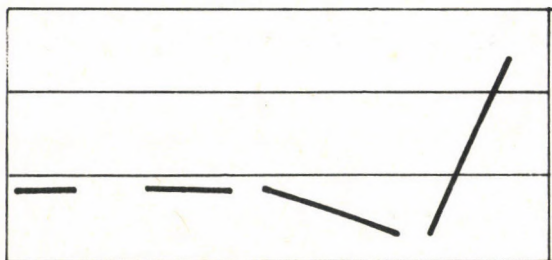


Ja? (Ėn?)



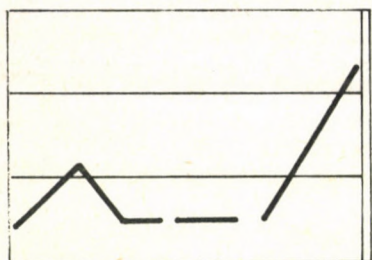
Nie? (Nem?)

b) Lebegő–ereszkedő–szökő hangmenetűk volt általában a 2–6 szótagból álló kérdéseknek:

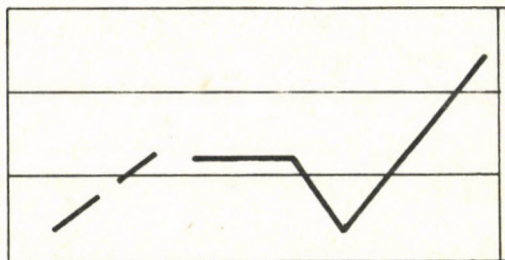


Masz czy m pi- sac?
(Van mivel írnod?)

c) Emelkedő–ereszkedő/lebegő–szökő dallamformában realizálódott a négy vagy ennél több szótagból álló kérdések nagy része:

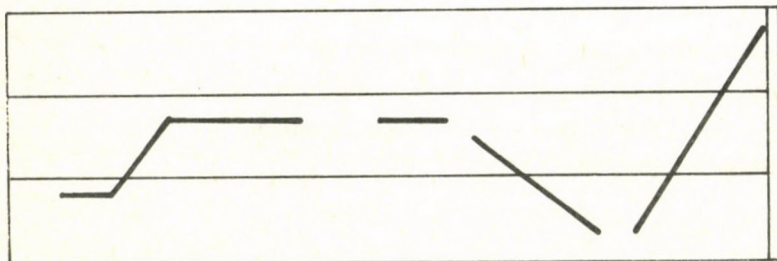


Dob - rze czy - tam?
(Jól olvasom?)



Wszy - scy są już w do - mu?
(Mindenki otthon van már?)

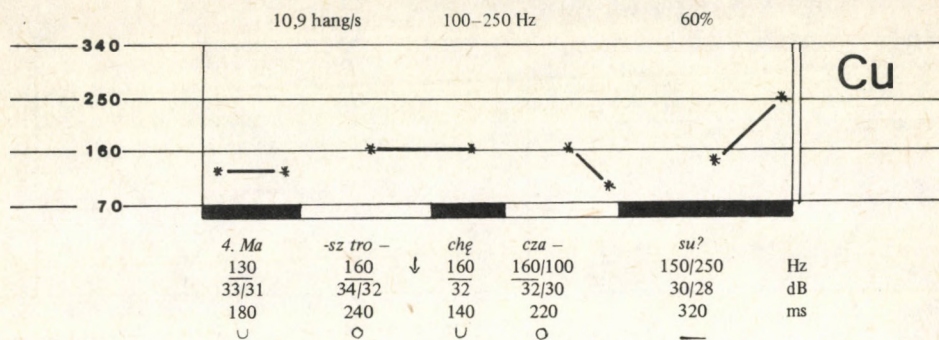
d) Lebegő–emelkedő–(lebegő)–ereszkedő–szökő hanglejtés rendszerint a *czy* (a magyar *-e* módosító szónak felel meg) particulával kezdődő kérdéseknél fordult elő:



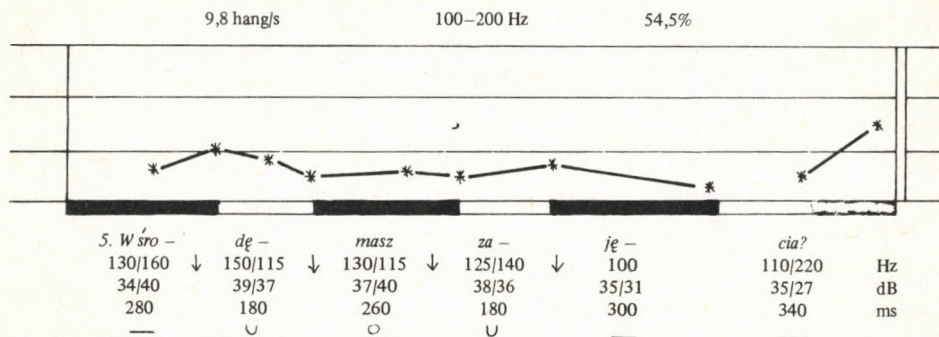
Czy mó - wisz po - ols - ku?
(Beszélsz lengyelül?)

A *czy* kérdőszavas eldöntendő kérdő mondatok dallamformájáról Dłuska – auditív megfigyelései alapján – azt állítja, hogy az nem vagy alig különbözik a kijelentő mondat hangmenetétől, vagyis a dallam mondatvégi erős megemelkedése elmarad, s csak esetenként figyelhető meg az utolsó szótagon gyenge emelkedés. Ezt a szerző azal magyarázza, hogy a kérdőszó és a kérdő hanglejtés (antikadencia) azonos funkciót betöltő intonációs eszközök, ezért az egyik használata feleslegessé teszi a másikat (Dłuska 1976², 54). Ezzel szemben Wodarz, ugyancsak auditív elemzésekből, arra a következtetésre jut, hogy a *czy*-vel kezdődő eldöntendő kérdések hangmenetében is megvan a mondat végén a szökő szakasz (Wodarz *Phonetica* 8. 1962, 128–46), tehát lényegesen különbözik a kijelentés hanglejtésétől. A műszeres elemzések Wodarz megállapítását igazolták (vö. 116–7. lap).

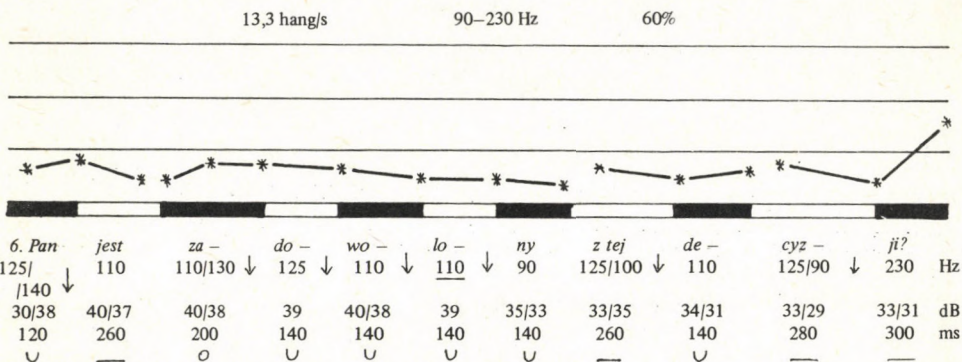
A lengyel eldöntendő kérdő mondatok hangmenete a mondatvégi 1–2 szótag, vagyis a dallam szökő szakasza előtt nagyon változatos, sokszor mind a három alapforma (ereszkedő, emelkedő, lebegő) variálódásaiból alakul ki. A dallam mindkét bemon-dó esetében a mély vagy a középső hangmagassági sávból indult (Cu-nál: 150–195 Hz-ről, K1-nél: 200–320 Hz-ről). Az alapfrekvencia maximumértéke minden esetben a



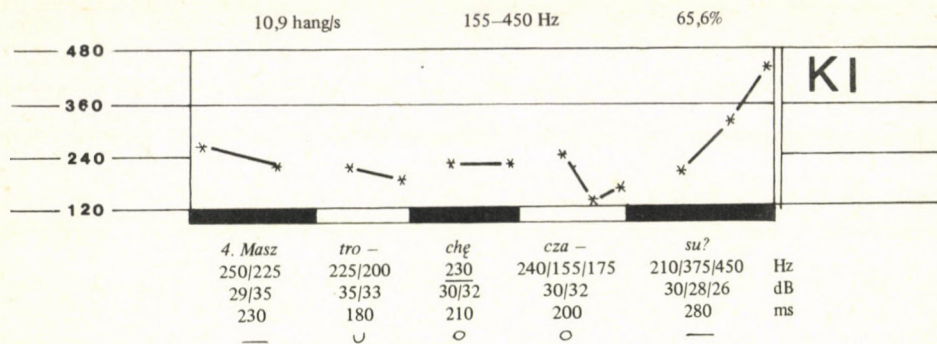
A szupraszegmentális hangszerkezet időtartama: 1,1 s; 12 hang



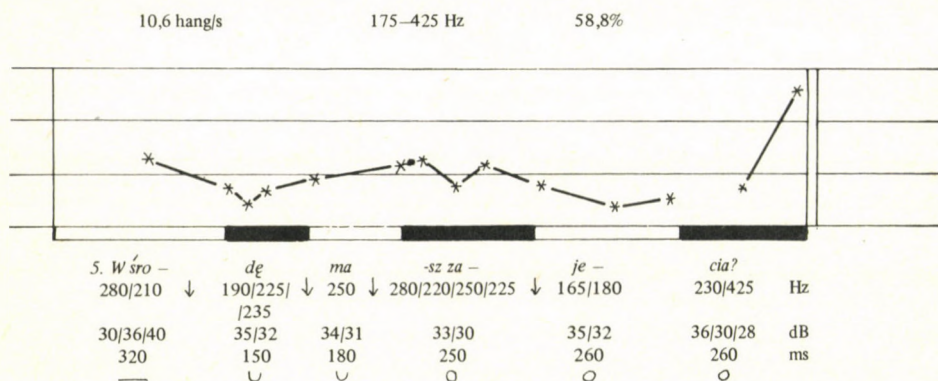
A szupraszegmentális hangszerkezet időtartama: 1,54 s; 15 hang



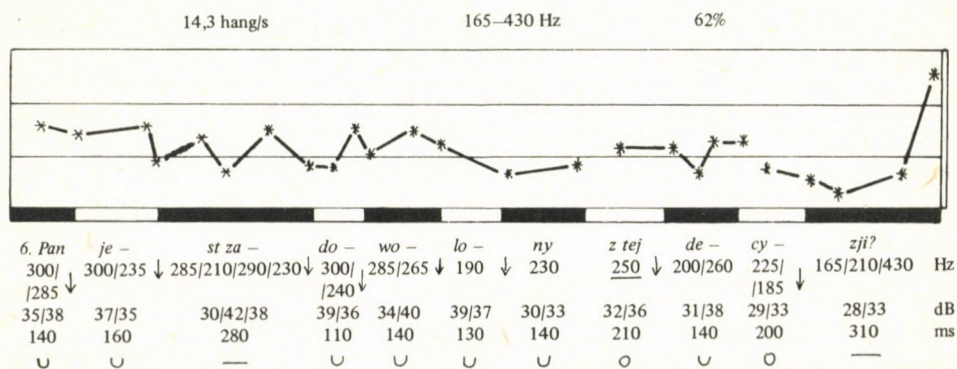
A szupraszegmentális hangszerkezet időtartama: 2,1 s; 28 hang



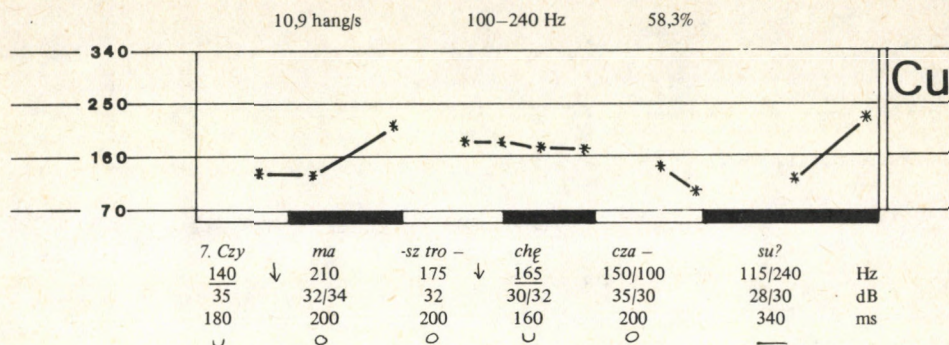
A szupraszegmentális hangszerkezet időtartama: 1,1 s; 12 hang



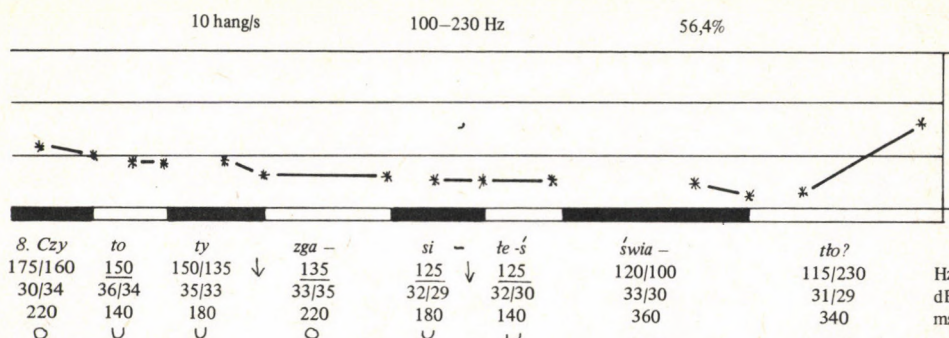
A szupraszegmentális hangszerkezet időtartama: 1,42 s; 15 hang



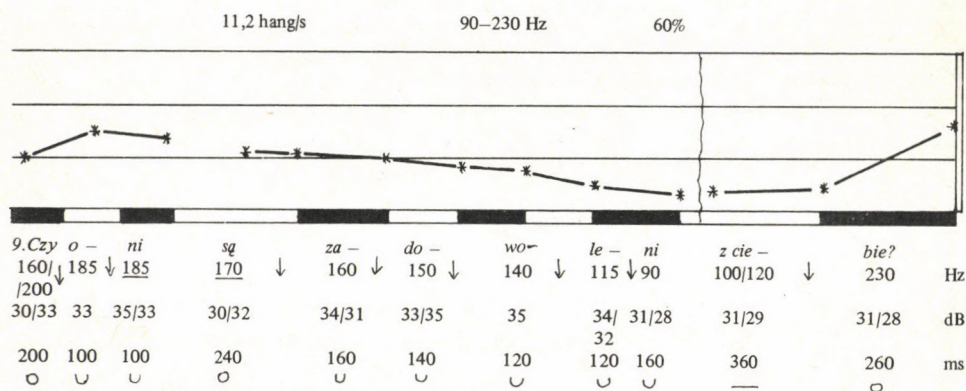
A szupraszegmentális hangszerkezet időtartama: 1,96 s; 28 hang



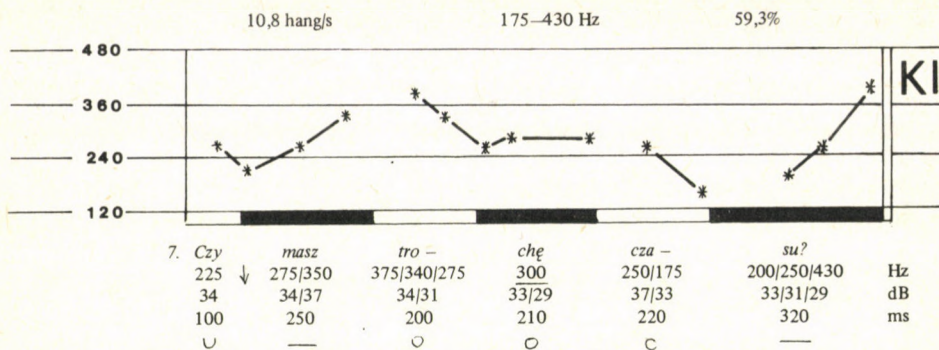
A szupraszegmentális hangszerkezet időtartama: 1,28 s; 14 hang



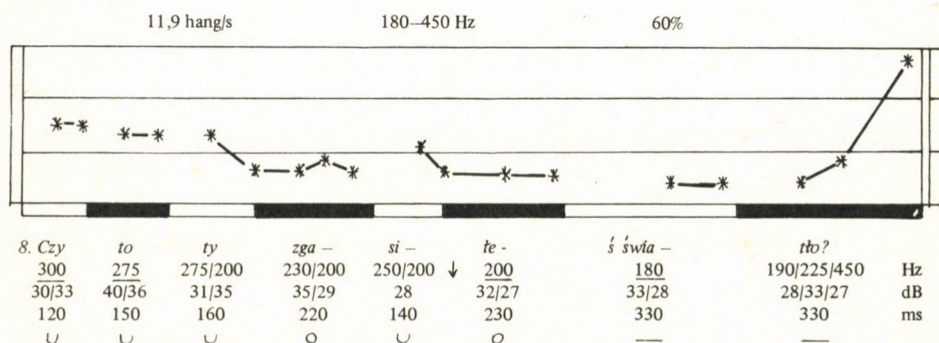
A szupraszegmentális hangszerkezet időtartama: 1,8 s; 18 hang



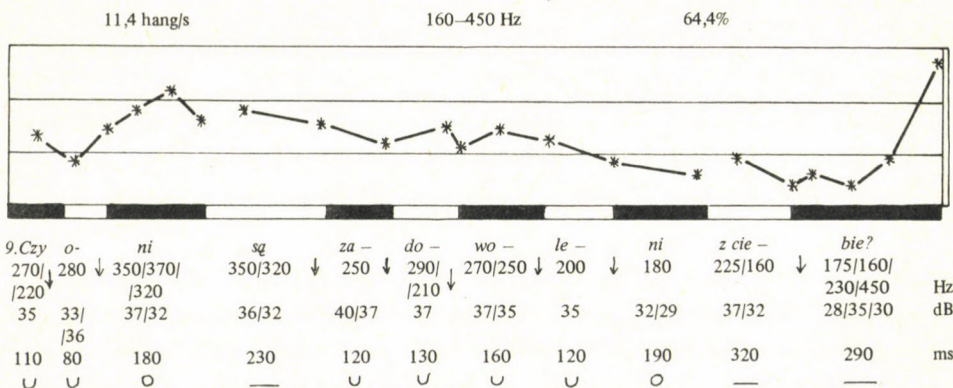
A szupraszegmentális hangszerkezet időtartama: 1,96 s; 22 hang



A szupraszegmentális hangszerkezet időtartama: 1,3 s; 14 hang



A szupraszegmentális hangszerkezet időtartama: 1,68 s; 20 hang



A szupraszegmentális hangszerkezet időtartama: 1,93 s; 22 hang

mondat utolsó szótagjára esett. Az F0-csúcsok a női bemondó ejtésében mindig a felső hangmagassági zónában voltak, s 410–480 Hz közötti értékekkel szerepeltek; a férfi adatközlőnél ezek a középső vagy a felső zónában 175–340 Hz-es értékeket vettek fel. A *czy*-vel kezdődő eldöntendő kérdések hangmenetében erősebb F0-értéke(ke)t – Cu-nál 170–210 Hz, K1-nél pedig 275–350 Hz között – a mondat elején is mértem, de ezek soha nem érték el a maximumértéket. Az alaphang legmélyebb pontja – a férfi bemondónál ez 85–100 Hz, a nőnél 150–200 Hz közötti sávban mozgott – a mély hangmagassági zónában, a dallam szökő szakasza előtt fordult elő. Az eldöntendő kérdések átlagos hangterjedelme Cu-nál 85–340 Hz-es, K1-nél 150–480 Hz-es frekvenciasávot fogott át. Az átlagos hangköz tehát a férfi bemondó esetében 255 Hz, azaz 72 %, a nőnél pedig 330 Hz, vagyis 77 %. Ez a hangterjedelem a kijelentő mondatához képest tágabb, a kiegészítendő és a felszólító típusú mondatoknál szűkebb. Az eldöntendő kérdések dallama rendszerint mély–közepes (Cu) és közepes (K1) hangfekvésben realizálódott.

Az eldöntendő kérdő mondatok az *i n t e n z i t á s* változás iránya szerint erősödő–csökkenőek, egyenletes–csökkenőek és csökkenő–erősödők voltak, melyek közül az erősödő–csökkenő forma volt a leggyakoribb. Az elemzett mondatok intenzitásértékei Cu-nál 28–40 dB, K1-nél 37–40 dB – többnyire az első és/vagy a második szótagon voltak. Az alaphang frekvencia meredek változásának szakasza erősebb (Cu-nál: 33–36 dB, K1-nél: 33–38 dB) intenzitásponthoz is tartozott. Az intenzitás változásának a foka szerint az eldöntendő kérdések dinamikája enyhén változóknak mondható.

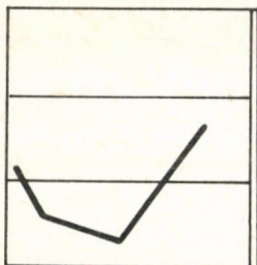
A transzkripció minták a következő lengyel eldöntendő kérdő mondatok intonációs szerkezetéről készültek:

4. *Masz trochę czasu? – Van egy kis időd?*
5. *W środę masz zajęcia? – Van szerdán órád?*
6. *Pan jest zadowolony z tej decyzji? – Elégedett ezzel a döntéssel, uram?*
7. *Czy masz trochę czasu? – Van(-e) egy kis időd?*
8. *Czy to ty zgasiłeś światło? – Te oltottad(-e) el a villanyt?*
9. *Czy oni są zadowoleni z ciebie? – Elégedettek(-e) ők veled?*

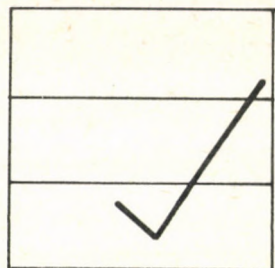
B) A kiegészítendő vagy kérdőszavas kérdő mondatok időtartama Cu ejtésében 0,42–1,98 s, K1-nél pedig 0,46–2,05 s között változott. A kérdések 1–14 szótagból álltak. A vizsgált lengyel mondat típusok közül a kiegészítendő kérdés *t e m p ó j a* bizonyult a leggyorsabbnak, az átlagos beszédsebességre a férfi bemondónál 11 hang/s-ot, a nőnél pedig 10,8 hang/s-ot mértem.

A mondatok *r i t m u s a* lassuló, esetenként egyenletes/gyorsuló–lassuló volt. A mondatvégi utolsó szótag időtartama az eldöntendő kérdéshez hasonlóan a kérdéstípusnál is nagyobb, de a megnyúlás mértéke kisebb.

A lengyel kiegészítendő kérdés *d a l l a m* ára az emelkedő/szökő–eső/ereszkedő forma a jellemző, ami a kiegészítendő kérdő mondat hangmenetének ellentéte. A két kérdéstípus dallamformája általában csak az egy szótagos mondatoknál bizonyult hasonlóknak, ez ereszkedő–emelkedő/szökő volt:



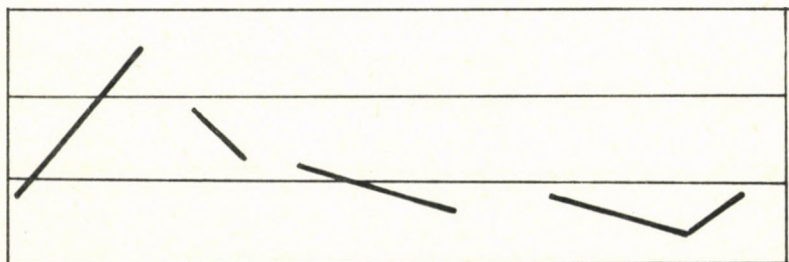
Jak?
(Hogyan?)



Kto?
(Ki?)

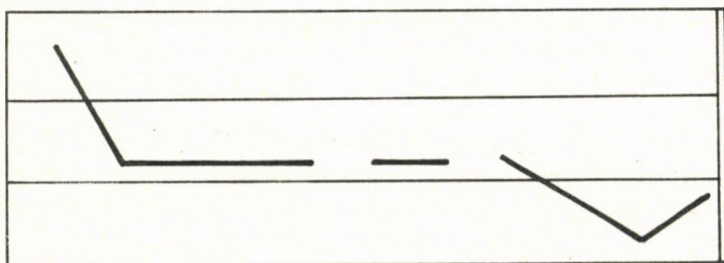
A kiegészítendő kérdés eső/ereszkedő hangmenete az alábbi formákban realizálódott:

a) Emelkedő–eső–ereszkedő, s a mondat végén 15–80 Hz-et (Cu), illetve 60–140 Hz-et (K1) emelkedő hangmenet fordult elő a leggyakrabban:



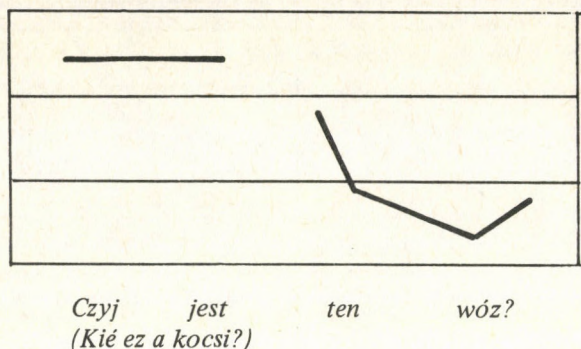
Gdzie pra — cu — je twój brat?
(Hol dolgozik a bátyád?)

b) Eső–(lebegő)–ereszkedő, s a mondat végén enyhén emelkedő (Cu-nál: 15–65 Hz-et, K1-nél 115–140 Hz-et) hangmenet is sokszor szerepelt:



Co o — na pi — sa — ła?
(Mit írt?)

c) A lebegő—eső—ereszkesdő—enyhén (Cu: 15–75 Hz-et K1: 115–160 Hz-et) emelkedő hangmenetben:



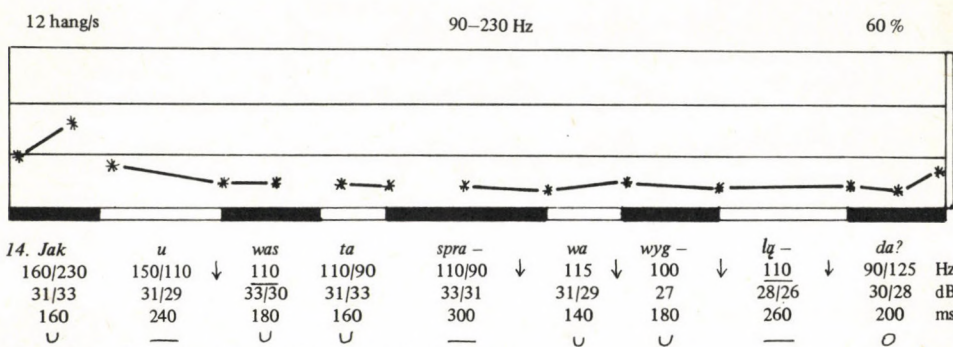
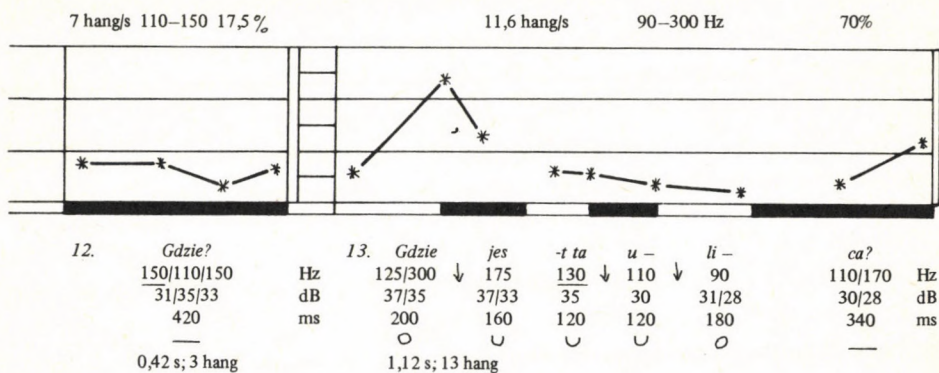
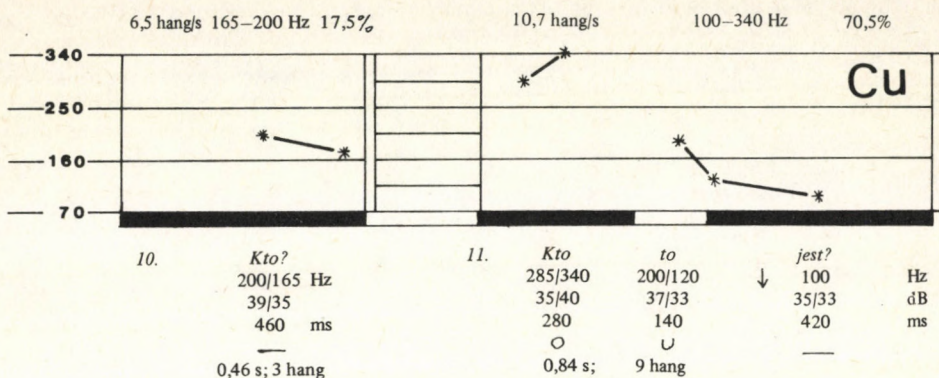
A kiegészítendő kérdő mondatok dallama a beszélő szubjektív hangterjedelmének középső vagy felső, ritkábban pedig a mély hangmagassági zónájából – Cu: 90–340 Hz-ről, K1: 250–460 Hz-ről, illetve 75 Hz-ről (Cu), valamint 225 Hz-ről (K1) indult, s többnyire a középső sávban fejeződött be. Az alapfrekvencia-csúcsok – a férfi bemondónál 250–340 Hz, a nőinél pedig 420–480 Hz – mindig a mondatok elején az első és/vagy második szótagon voltak. Az F0-minimumértékeket – Cu-nál 80–110 Hz, egy esetben 165 Hz, K1-nél 125–200 Hz – az eldöntendő kérdő mondatokhoz hasonlóan, a kiegészítendő kérdéseknél is vagy a két utolsó szótag határán, vagy az utolsó szótagon mértem. A dallam a mondat végén a kijelentésnél erősebben, eldöntendő kérdésnél viszont jóval gyengébben emelkedett, Cu-nál 65–130 Hz, K1-nél 260–330 Hz közötti F0-értékeket mértem. A kiegészítendő kérdés hangterjedelme Cu-nál 90–340 Hz, K1-nél 125–480 Hz között mozgott, átlagos hangterjedelmük 250 Hz (Cu), illetve 355 Hz (K1), hangközük tehát 73,5 % (Cu), illetve 73,3 % (K1). Ez azt tükrözi, hogy a kiegészítendő kérdő mondatok hangterjedelme és hangköze nagyobb, mint a kijelentésé és az eldöntendő kérdése, a felszólító mondatok azonban hasonló hangterjedelm- és hangköz-értékekkel szerepeltek a női bemondó ejtésében. A férfi adatközlő esetében a kiegészítendő kérdő mondatok hangterjedelme és hangköze volt a legtágabb. A kiegészítendő kérdések dallama K1 ejtésében a magas–közepes, Cu-éban viszont a közepes–mély hangfekvésben realizálódott.

A vizsgált mondatok *i n t e n z i t á s* változásának iránya a legtöbb esetben csökkenő volt, de előfordult erősödő–csökkenő és változó irány is. A mondatok Cu ejtésében 23–40 dB, K1-nél pedig 24–42 dB-es intenzitásértékeket vettek fel, s a csúcsok – a férfi bemondónál 33–40 dB, a nőinél pedig 39–42 dB – mindig az első és/vagy a második szótagon szerepeltek. Az intenzitás- és az alapfrekvencia-csúcsok helye tehát azonos volt a kiegészítendő kérdés esetében: a hangmenet legmeredekebben változó (szökő—eső) szakaszában fordultak elő párhuzamosan. Az intenzitás-minimumértékek a férfi bemondónál 25–33 dB, a nőinél 20–33 dB közötti sávban mozgott, s rendszerint a mondat utolsó és/vagy utolsó előtti szótagjára estek. A mondat végén fellépő enyhének mondható frekvencia-emelkedés – ez Cu-nál 30–65 Hz, K1-nél pedig 60–140 Hz közötti értéket jelentett – szakaszában az utolsó szótagon, az

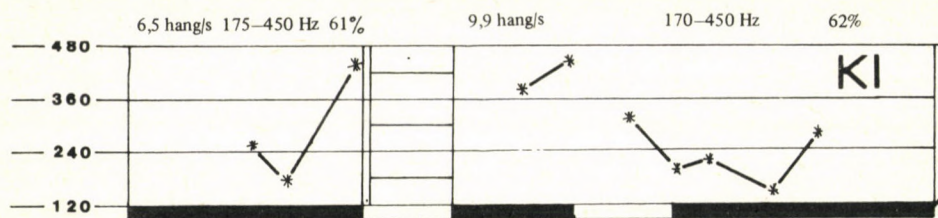
intenzitás-minimumérték előtt, erősebb – a férfi bemondó esetében 30–37 dB, a nőinél 30–36 dB – pont is előfordult. Az intenzitásváltozás foka szerint e kérdéstípus egyenletesnek vagy enyhén változónak mondható.

A következő intonációs minták az alábbi lengyel kiegészítendő kérdésekről készültek:

10. *Kto? – Ki?*
11. *Kto to jest? – Ki ez?*
12. *Gdzie? – Hol?*
13. *Gdzie jest ta ulica? – Hol van ez az utca?*
14. *Jak u was ta sprawa wygląda? – Hogy áll ez a dolog nálatok?*
15. *Co w tym śmiesznego? – Mi van ezen nevetni való?*
16. *O czym rozmawialiście z gośćmi? – Miről beszélgettetek a vendégekkel?*
17. *W którym roku byliście w Krakowie? – Melyik évben voltatok Krakkóban?*

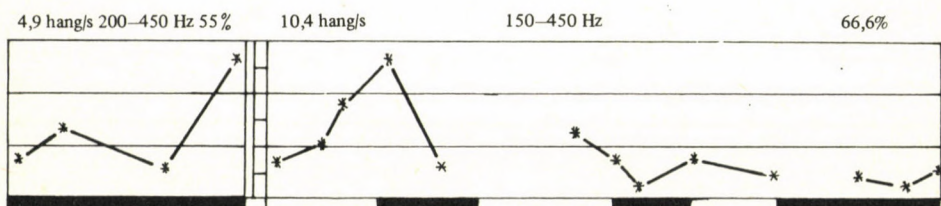


A szupraszegmentális hangszerkezet időtartama: 1,82 s; 22 hang



10. Kto?
250/175/450
37/40/33
460
—
0,46 s; 3 hang

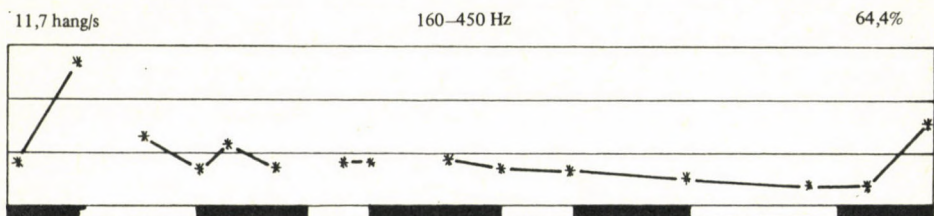
11. Kto to jest?
380/450 325/200 ↓ 225/170/290 Hz
37/35 39/35 31/35/30 dB
220 190 500 ms
○ U —



12. Gdzie?
220/280/200/450
33/40/36/32
490
—
0,49 s; 3 hang

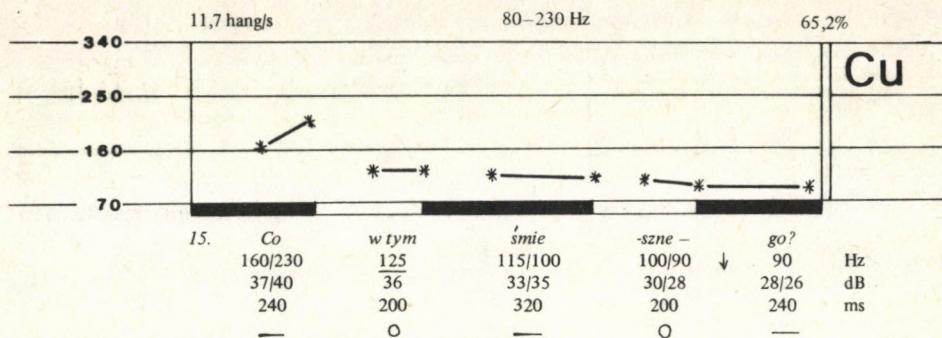
13. Gdzie jes -t ta u - li - ca?
200/240/ ↓ 200 250/220 ↓ 150/220 ↓ 175 175/150/215 Hz
/330/450
32/35/39 38/33 35/33 27/33 33 28/33/29 dB
230 190 270 140 160 350 ms
○ U — U U —

1,34 s; 13 hang

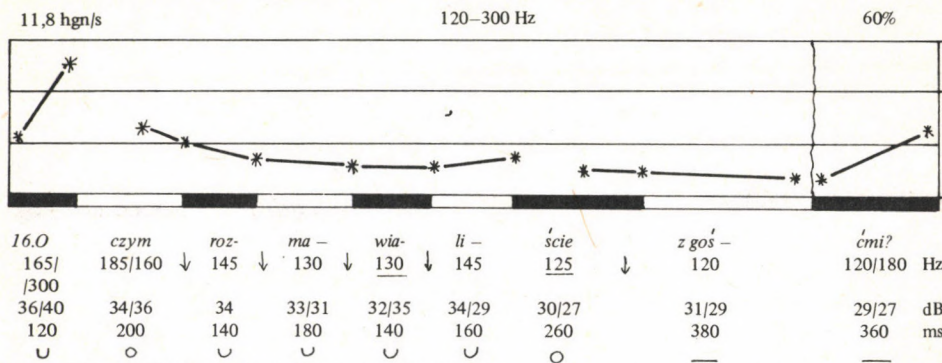


14. Ja - k u was ta spra - wa wyg - lą - da?
225/450 275/200 ↓ 250/200 225 230/200 ↓ 190 ↓ 170 ↓ 160 ↓ 160/290 Hz
31/36 28/33 38/32 35 35/38 37 35/31 34/28 32/36 dB
130 250 210 120 270 140 210 290 270 ms
U — ○ U — U ○ — —

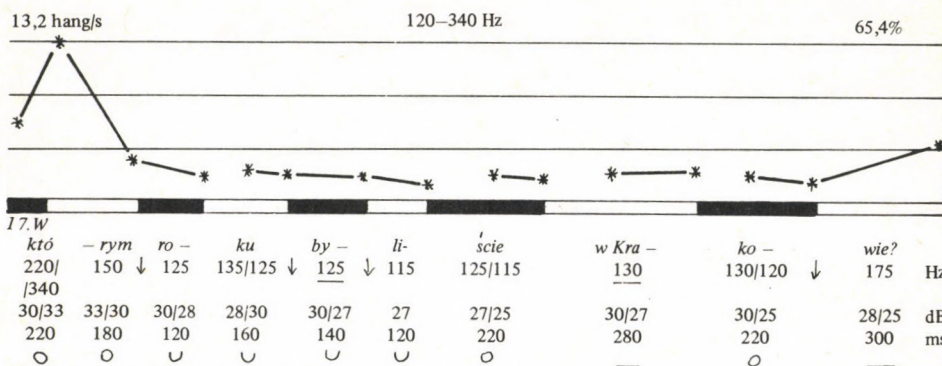
A suprazegmentális hangszerkezet időtartama: 1,89 s; 22 hang



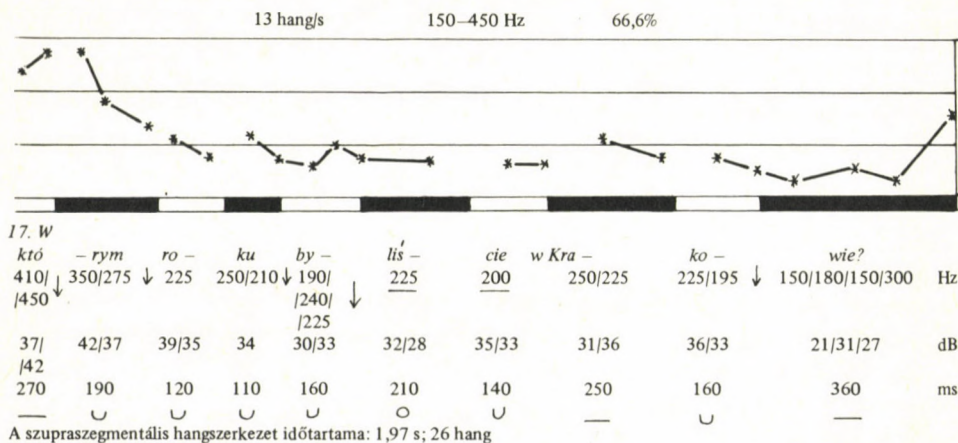
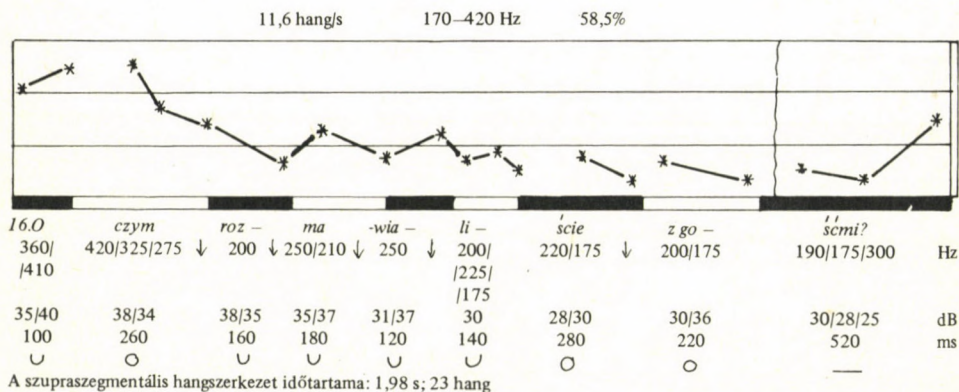
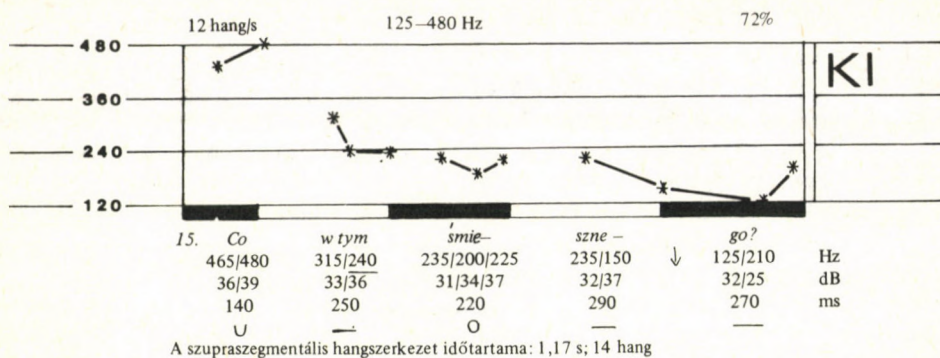
A szupraszegmentális hangszerkezet időtartama: 1,2 s; 14 hang



A szupraszegmentális hangszerkezet időtartama: 1,94 s; 23 hang



A szupraszegmentális hangszerkezet időtartama: 1,96 s; 26 hang



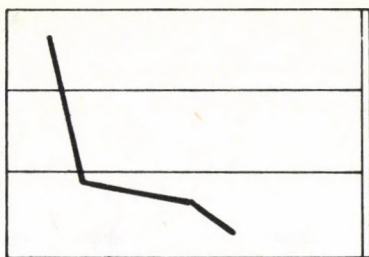
III. A felszólító mondatok

A vizsgált lengyel felszólító/felkiáltó típusú mondatok időtartama a férfi bemondónál 0,5–1,7 s-ig, a nőinél pedig 0,6–1,6 s-ig terjedt. A mondatok szótagszáma 1 és 13 között váltakozott, s átlagos tempójukra Cu ejtésében 10,1 hang/s-ot, K1-ében 10,4 hang/s-ot kaptam. Ez az érték a kijelentés beszédsebességéhez viszonyítva valamivel nagyobb, a két kérdéstípusénál viszont kisebb.

A felszólítások/felkiáltások ritmusa általában gyorsuló–lassuló, gyorsuló–egyenletes–lassuló volt, s a mondat utolsó szótagjának időtartama megnagyobbodott.

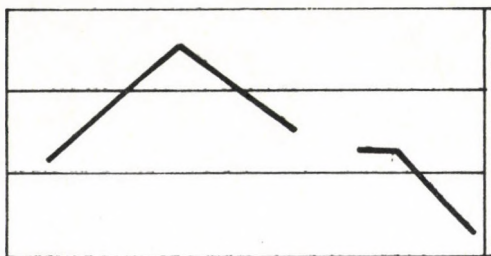
A felszólító/felkiáltó típusú mondatok dallama emelkedő–ereszkedő hangmenetű volt, s a közléstartalomtól függően többféle variációban valósult meg. Az elemzett mondatokra a következő dallamformák voltak a legjellemzőbbek:

a) Eső–ereszkedő hangmenet általában az egy szótagos üdvözléseknél fordult elő:



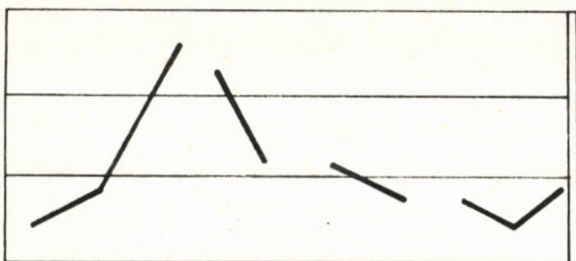
Cześć!
(Szervusz!)

b) Emelkedő/szökő–eső–ereszkedő hanglejtésük volt a 3–5 szótagos felszólításoknak/felkiáltásoknak:



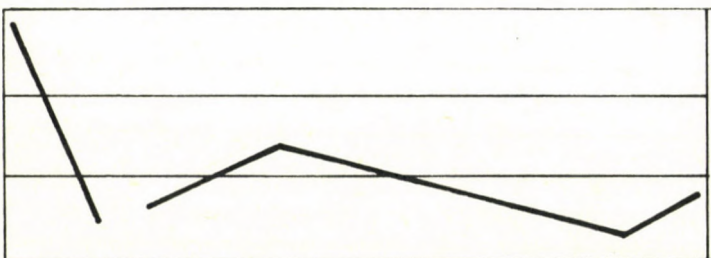
Te - go nie chcę!
(Ezt nem akarom!)

c) Emelkedő/szökő–eső–ereszkedő, a mondat végén (a férfi bemondó ejtésében 20–70 Hz-et, a nőinél 65–160 Hz-et) emelkedő hangmenet a négy vagy ennél több szótagból álló mondatok egy részére volt jellemző:



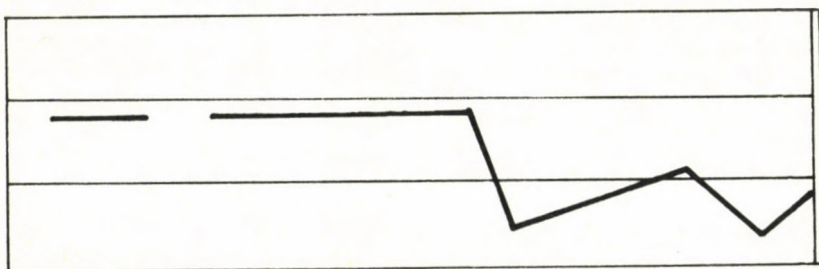
Daj mi tē ksiq – žkē!
(Add ide ezt a könyvet!)

d) Eső–emelkedő/szökő–ereszkedő–enyhén emelkedő dallamforma a háromnál több szótagos mondatok nagy részénél volt megfigyelhető:



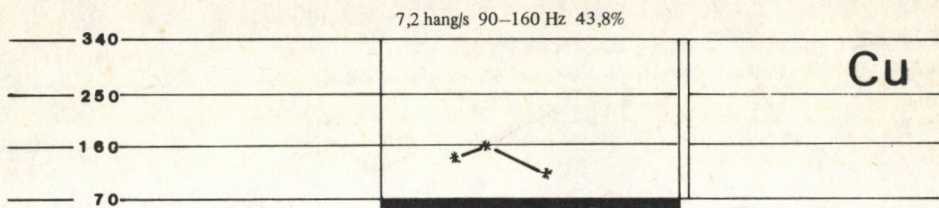
Nic nie ro – zu – mie – my!
(Semmit sem értünk!)

e) Lebegő–eső–ereszkedő–enyhén emelkedő hangmenetük volt az ötnél több szótagból álló mondatok kb. egyharmadának:



Chodž' – cie juž do do – mu!
(Gyertek már haza!)

Az emelkedő–ereszkedő hangmenetű lengyel felszólító típusú mondatok dallama a szubjektív hangterjedelem mély vagy közepes hangfekvési sávjából (Cu esetében 100–170 Hz-ről, K1-nél pedig 200–325 Hz-ről), az eső–ereszkedő, lebegő–ereszkedő

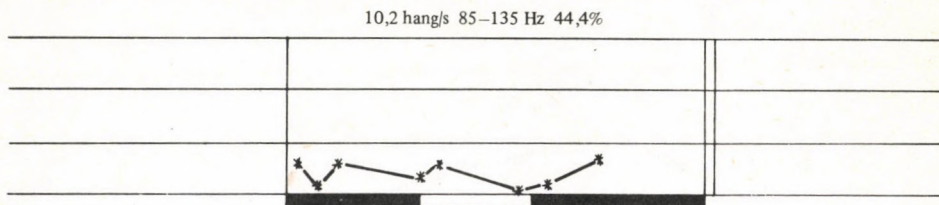


18.

Czesc!
150/160/90
38/35/27
560

Hz
dB
ms

A szupraszegmentális hangszerkezet időtartama: 0,56 s; 4 hang

19. *Dob –*

125/85/125/100
31/35/33
240
O

ra –

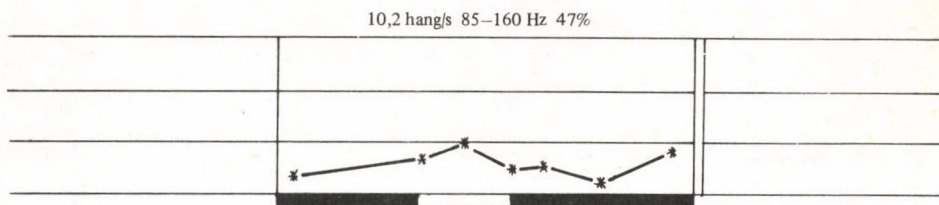
120/75
30/27
220
O

noc!

85/135
29/25
320
—

Hz
dB
ms

A szupraszegmentális hangszerkezet időtartama: 0,78 s; 8 hang

20. *Dzien*

100/130
33/35
260
O

dob –

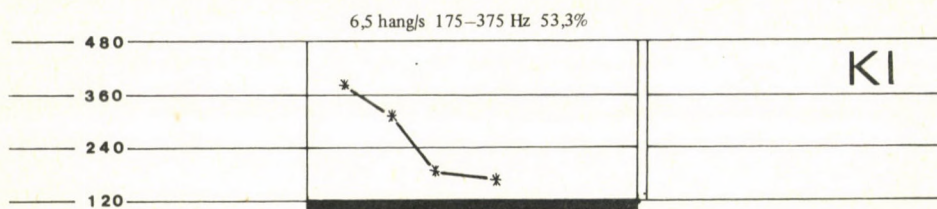
160/110
38/35
180
U

ry!

110/85/130
30/28
340
—

Hz
dB
ms

A szupraszegmentális hangszerkezet időtartama: 0,78 s; 8 hang

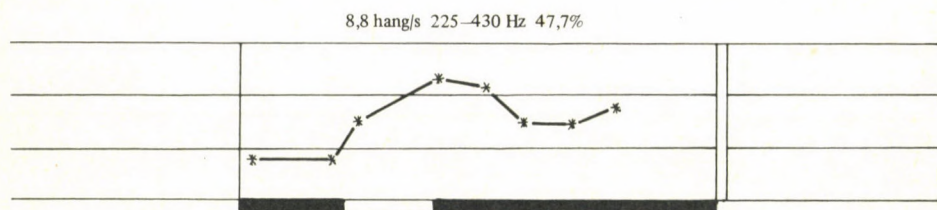


18.

Czesc!
375/300/200/175
35/45/32/27
620

Hz
dB
ms

A szupraszegmentális hangszerkezet időtartama: 0,62 s; 4 hang



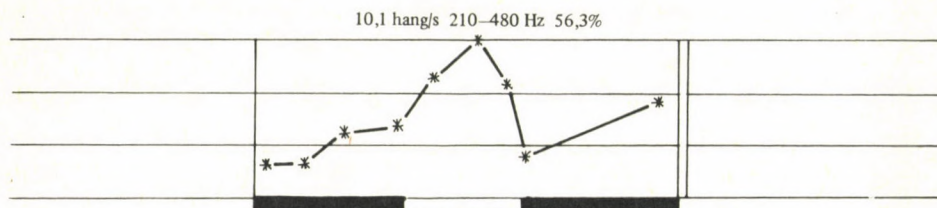
19. *Dob* –
225
34/39
190
∪

ra –
300/430
40/35
170
∪

noc!
400/300/340
37/33/27
540
—

Hz
dB
ms

A szupraszegmentális hangszerkezet időtartama: 0,9 s; 8 hang



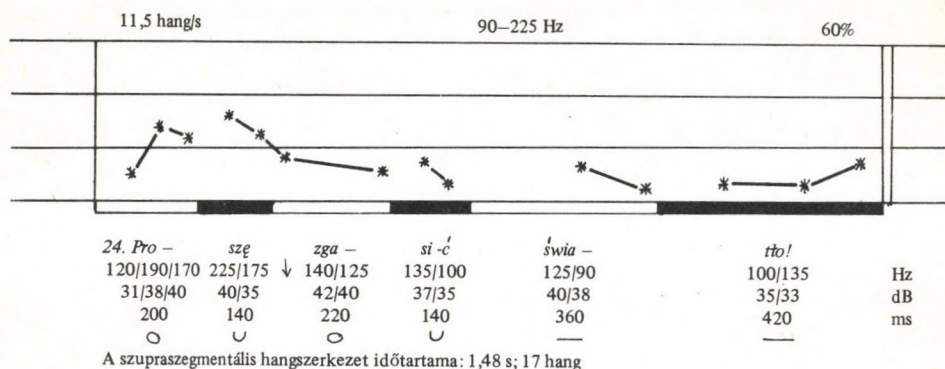
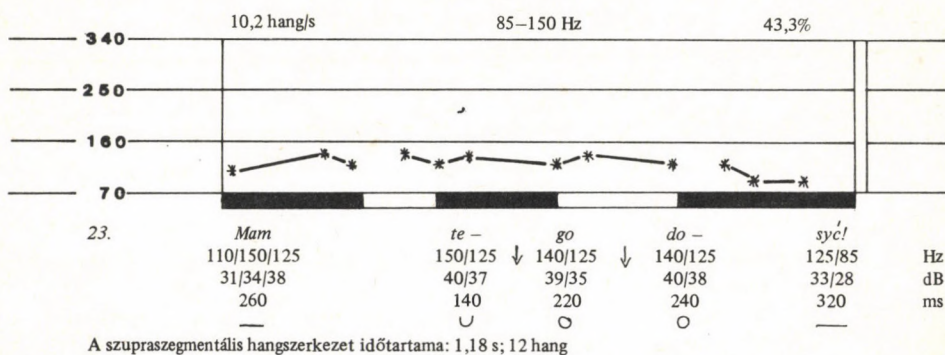
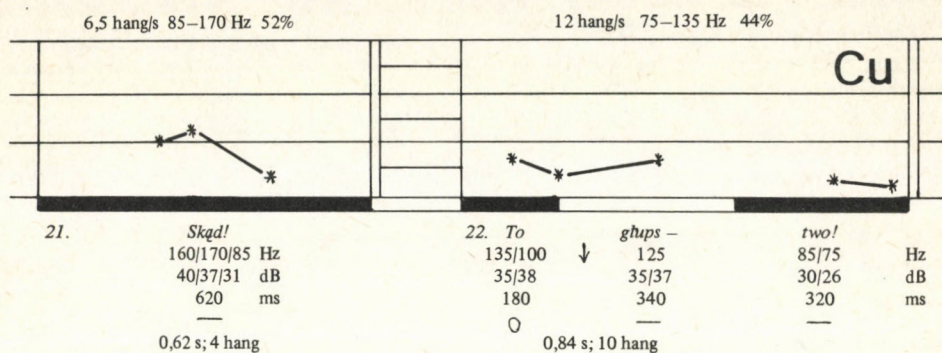
20. *Dzien*
200/270/310
26/32/35
270
—

dob –
400/480/380/
210
36/39/35
230
O

ry!
350
34/36/31
290
—

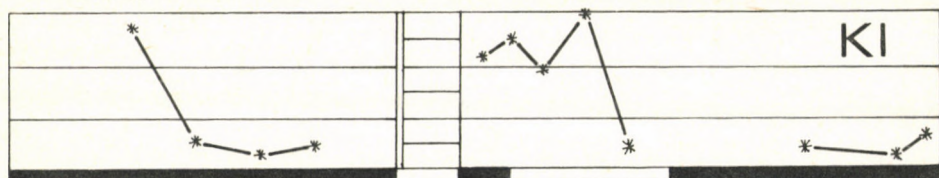
Hz
dB
ms

A szupraszegmentális hangszerkezet időtartama: 0,79 s; 8 hang



5,5 hang/s 135–450 Hz 70%

11 hang/s 135–480 Hz 72%



21.

Skqd!

450/175/135/175 Hz

31/42/37/32 dB
730 ms

0,73 s; 4 hang

22.

*To**gtup –**stwo!*

380/

360/480/180

180/135/200 Hz

/435

38/42/31

28/35/27 dB

37/39

300

520 ms

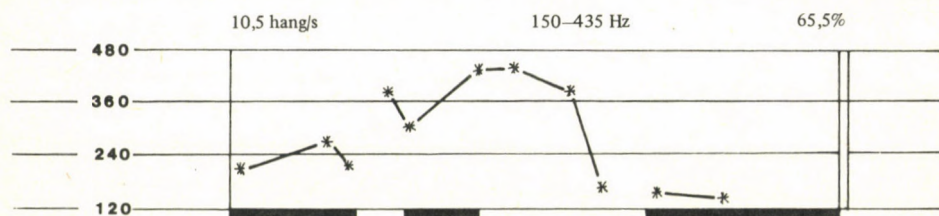
90

0

U

O

0,91 s; 10 hang



23.

*Mam**te –**go**dos –**yc!*

225/280/230

375/

435

375/180

170/150 Hz

/300

↓

↓

33/39/34

37

40/42

43/40

27/23 dB

230

100

130

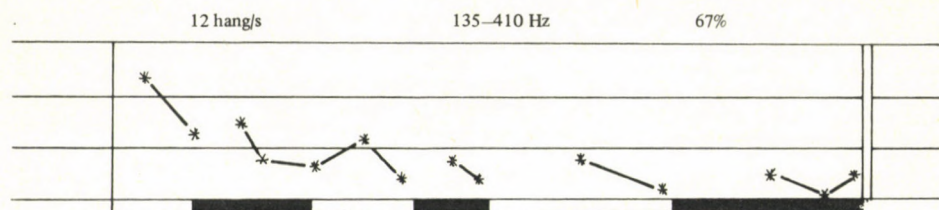
320

370 ms

U

U

A szupraszegmentális hangszerkezet időtartama: 1,15 s; 12 hang

24. *Pro –**szę**zga –**sić**świa –**tło!*

410/275

300/225/200 ↓

250/190

210/190

225/175

190/135/190 Hz

36/38

39/35

36/40

31/27

37/34

26/30/36 dB

150

220

200

130

350

360 ms

U

O

O

U

A szupraszegmentális hangszerkezet időtartama: 1,41 s; 17 hang

mondatok dallama K1 ejtésében a hangterjedelem felső zónájából (425–480 Hz-ről), a frekvenciacsúsról indult, míg a férfi bemondó esetében a mély vagy a középső sávban kezdődött, s mindkét adatközlőnél a mély vagy a középső zónában (Cu: 76–170 Hz, K1: 125–325 Hz) fejeződött be. Az alaphang csúcsértéke a férfi bemondónál 140–230 Hz, a nőinél 425–480 Hz között váltakozott, s általában az első vagy a második, esetenként pedig más szótagra esett. A minimumérték (Cu: 75–110 Hz, K1: 125–160 Hz) leggyakrabban a mondat utolsó szótagján, ritkábban a két utolsó szótag határán volt. A felszólító mondatok hangterjedelme Cu-nál 75–230 Hz, K1-nél 125–480 Hz, azaz 155 Hz, illetve 335 Hz, így a hangköz a férfi bemondónál 67,4 %, a női adatközlőnél 73,3 %. A kijelentő és az eldöntendő kérdő mondatokhoz viszonyítva a felszólítás hangterjedelme K1-nél tágabbnak bizonyult, a kiegészítendő kérdéssel viszont egybeesett. Cu esetében ez a hangterjedelem a kijelentésnél és az eldöntendő kérdésnél tágabbnak, a kiegészítendő kérdésnél viszont szűkebbnek bizonyult.

A felszólító típusú mondatok dallamformája nagyon hasonlít a kiegészítendő kérdésekéhez, megegyező hangmenetek is előfordultak. Az alapvető különbség a két mondat típus között az, hogy míg a kiegészítendő kérdő mondat dallamcsúcsa csakis a mondat elején (első és/vagy második szótag) lehet, a felszólítás esetében az alapfrekvencia-csúcs helye a mondatok tartalmától, a logikai hangsúlytól függően változó, s a mondatvégi hangmenet-emelkedés a felszólításnál gyengébb, mint a kiegészítendő kérdésnél. A felszólító mondatokra a női bemondó ejtésében a magas–közepes, a férfiéban pedig a mély hangfekvés volt jellemző.

Az elemzett lengyel felszólító mondatok az *i n t e n z i t á s* változásának az irány szerint csökkenő, erősödő–csökkenő, egyenletes–csökkenő vagy erősödő–egyenletes–csökkenő erősségűek voltak. Az intenzitásértékek Cu-nál 21–42 dB, K1-nél 20–43 dB között váltakoztak. A csúcsérték (Cu: 31–42 dB, K1: 37–43 dB) helye általában változó, gyakran a mondat első és/vagy második szótagjára esett, de sokszor előfordult más szótagon is. A minimumértékek (Cu-nál: 21–33 dB, K1-nél: 20–32 dB) mindig a mondat végén, az utolsó szótagon szerepeltek. Az intenzitás-csúcs vagy egybeesett a frekvenciacsúccsal (legtöbbször a három szótagból álló mondatoknál), vagy az alaphang csúcsát megelőző szótagra esett. Az intenzitásváltozás foka szerint a felszólító mondatok dinamikája közepesen vagy erősebben változó képet mutat.

Az intonációs átírási minták a következő mondatok szerkezetéről készültek:

18. *Cześć!* – Szervusz!

19. *Dobranoc!* – Jó éjszakát!

20. *Dzień dobry!* – Jó napot!

21. *Skąd!* – Ugyan!

22. *To głupstwo!* – Ez ostobaság!

23. *Mam tego dosyć!* – Elegem van ebből!

24. *Proszę zgasić światło!* – Oltsa el kérem a villanyt!

Eredmények

A lengyel beszédintonáció kísérleti-fonetikai elemzéséből az alábbi következtetések vonhatók le.

A szupraszegmentális hangszerkezeteket az akusztikus összetevők – az alapfrekvencia, az intenzitás és az időtényezők – értékváltozásai hozzák létre. Ezek a szerkezetek a nyelvben, a fonémákhoz hasonlóan, jelentés-megkülönböztető funkciót töltenek be. A különbség közöttük abban áll, hogy a fonémáknak a lexikológia (alaktan) szintjén van nyelvi relevanciájuk, a szupraszegmentális hangeszközök pedig – mint nyelv jelek – a szintaxis szintjén funkcionálnak. Elsődleges szerepük a delimitáció és a modalitás, vagyis a beszédtagolás (aktuális tagolás), valamint a beszélőnek a mondat tartalmához és a partneréhez való viszonyának, s érzelmi állapotának tükrözése, melyek nyelvenként változó, konvencionális szerkezeti típusokban fejeződnek ki. A beszédben tehát minden mondattípusra sajátos intonációs szerkezet jellemző, melynek minőségét az elemzett akusztikus paraméterek relatív értékváltozásai határozzák meg.

A dallamforma milyenségét döntően meghatározza az alapfrekvencia-csúcsnak a mondatban elfoglalt helye és nagysága. Ezek szerint a kijelentő mondatok esetében „mozgó” FO-csúcsokról beszélhetünk, tehát nincs kötelezően állandó helyük a mondatban, s nagyságuk a kérdő és a felkiáltó típusú mondatokhoz viszonyítva jóval kisebb, kiugró frekvenciacsúcsok sokszor nem is fordulnak elő. Ugyancsak változó helyű, de a kijelentéseknél jóval erősebb FO-csúcsok szerepelnek a felkiáltó mondatok dallamában, s ez a különbség állítja oppozícióba e két mondattípust. A vizsgált kétféle kérdés hangmenetében viszont az erős FO-csúcsok helye a mondat dallamában állandó: az eldöntendő kérdéseknél mindig az utolsó szótagon fordultak elő, a kiegészítendő kérdéseknél pedig az első és/vagy a második szótagon szerepeltek. A két kérdéstípust tehát az FO-csúcsoknak a mondat hangmenetében elfoglalt helye állítja oppozícióba.

A szupraszegmentális hangszerkezetek dinamikai struktúráját kialakító intenzitásértékek a kijelentő mondatoknál voltak a legkisebbek, legerősebb értékek pedig a felszólító mondatoknál jelentkeztek. Az intenzitás-csúcsok többnyire a mondatok első szótagjaira estek, de erősebb pontok – elsősorban olyan esetekben, amikor gyengébb FO-értékek szerepeltek – a mondatok végén is felléphettek.

A vizsgált mondattípusok tempó-adataiban is kimutathatók némi különbségek: a legnagyobb beszédsebességet a kiegészítendő kérdéseknél, a legkisebbet a kijelentő mondatoknál mértem. A felszólító és az eldöntendő kérdő mondatok tempója a sorrendben a második, illetve a harmadik helyen szerepel. A ritmusban nagy eltéréseket nem tapasztaltam.

Az intonációs szerkezetek elemzése során kapott eredményeket szintézissel ellenőriztem. Számítógépre vittem a mért alapfrekvencia-, intenzitás- és időtartam-adatokat, majd hangfelvétel készült a szintetizált szerkezetekről; a géppel kirajzoltattam az intonációs sémákat, s ezeket összehasonlítottam a természetes ejtésről készült diagramokkal. A szintézis alátámasztotta az elemzés eredményeit (ld. Földi MFF 10. 1982, 129–52).

- BAGMUT, A.I.: Struktura i funkcional'no-semantičeskij aspekt intonacii prostogo povestvovatel'nogo predloženiya v slavyanskikh jazykah (Avtoreferat dissertacii na soiskaniye učenoj stepeni doktora filologičeskikh nauk). Moskva 1980.
- BALASSA József: Magyar fonétika. Budapest 1904.
- BARTÓK János: A hanglejtés jelzése a magyarban. MNY LXVII, 1971, 316–29; 444–59.
- BENNI, T.: Fonetyka języka polskiego. Wrocław–Warszawa–Kraków 1964².
- BENNI, T.: O akcencie polskim. Warszawa 1916.
- BOLLA Kálmán: A beszédfolyamat intonációs elemzése és az intonáció fonetikus lejegyzése. MFF 3. 1979, 19–31.
- BOLLA Kálmán: A fonetikai szerkezetek interlingvális egybevetéséről (Problémavázlat). MFF 5. 1980, 40–67.
- BOLLA Kálmán: A fonetikus írás. MFF 2. 1978, 7–23.
- BOLLA Kálmán: A fonetikus írás problémái. In: Fejezetek a magyar leíró hangtanból. Szerk. BOLLA Kálmán. Budapest, 1982, 25–52.
- DĄBROWSKA, J.: Le rôle de l'intonation dans la langue parlée. Biuletyn Fonograficzny 11. 1971, 147–53.
- DĄBROWSKA, J.: Message linguistique et l'intonation. Kwartalnik Neofilologiczny XVI, 1969/2. 165–71.
- DŁUSKA, M.: Prozodia języka polskiego. Warszawa 1976².
- DUKIEWICZ, L.: Cechy prozodyczne i audytywna rozróżnialność niektórych wypowiedzi pytających i kontynuatywnych oraz nie zakończonych w języku polskim. Polonica I, 1975, 29–70.
- DUKIEWICZ, L.: Intonacja wypowiedzi polskich. Wrocław 1978.
- FODOR Katalin – HAJDÚ Mihály: A magyar nyelvjárási szövegek többszemponútú lejegyzéséről. MNY LXIX, 51–69.
- FÓNAGY Iván – MAGDICS Klára: A magyar beszéd dallama. Budapest 1967.
- FÖLDI Éva: A kérdés kifejezésének intonációs eszközei a magyarban és a lengyelben. MFF 5. 1980, 109–17.
- FÖLDI Éva: A lengyel beszédintonáció elemzése szintézissel. MFF 10. 1982, 129–52.
- FÖLDI Éva: The analysis of Polish intonation by synthesis. In: Abstracts of the Tenth International Congress of Phonetic Sciences. Szerk. A. COHEN–M.P.R. v.d. BROECKE. Dordrecht–Cinnaminson, 1983, 387.
- FÖLDI Éva: The analysis of Polish intonation by synthesis. In: Proceedings of the Tenth International Congress of Phonetic Sciences. Szerk. A. COHEN–M.P.R. v.d. BROECKE. Dordrecht–Cinnaminson, 1984, 253–6.
- Intonacija jak movnij zaseb viraženija dumki. Szerk. ZLUK TENKO, J.A.–ZINDER B.R. Kiev 1978.
- JASSEM, W.: Akcent języka polskiego, Wrocław 1962.
- JASSEM, W.: Dystrybucyjna analiza zmian wysokości tonu w mowie. Prace IPPT PAN, Warszawa 1979.
- JASSEM, W.: Fonetyka języka angielskiego. Warszawa 1979⁶.
- JASSEM, W.: Podręcznik wymowy angielskiej. Warszawa, 1979, 57–60. és 115–70.

- JASSEM, W.: Podstawy fonetyki akustycznej. Warszawa 1973.
- JASEM, W.—KUDELA-DOBROGOWSKA, K.: Inwarianty w przebiegach parametru F_0 . Prace IPPT PAN. Warszawa 1973.
- JODŁOWSKI, St.: Podstawy polskiej składni. Warszawa 1976.
- LAZICZIUS Gyula: Fonétika. Budapest 1944.
- LÉON, P.R.—MARTIN, Ph.: Prolégomenes a l' étude des structures intonatives. Montréal—Paris—Bruxelles 1969.
- METTAS, O.: Les techniques de la phonétique instrumentale et l' intonation. Bruxelles—Paris 1971.
- MILEWSKI, T.: Językoznawstwo. Warszawa 1976.
- NIKOLAJEVA, T.N.: Frazovaja intonacija slavjanskih jazykov. Moskva 1977.
- PETECKA, J.: A study of question intonation in Polish. Working Papers 28. 1985, 151—73.
- PISAREK, L.: O sredstvah vyraženija voprositel'nosti v predložnijah s mestoimennymi slovami.
- ROSSI, M.—CHAFCOULOFF, N.: Les niveaux intonatifs. Travaux de l' Institut de Phonétique d' Aix. Université de Provence. 1972, 1. 167—76.
- ROSSI, M.—CHAFCOULOFF, M.: Recherches sur le seuil différentiel de fréquence fondamentale dans la parole. Travaux de l' Institut de Phonétique d' Aix. Université de Provence, 1972, 1. 177—84.
- STEFFEN-BATOGOWA, M.: Analiza struktury przebiegu melodii polskiego języka ogólnego (Rozprawa doktorska). Poznań 1963.
- SZENDE Tamás: A beszédfolymat alaptényezői. Budapest 1976.
- STYCZKÓWNA, I.: Z dziejów fonetyki eksperymentalnej w Polsce. Biuletyn Fonograficzny III, 1960, 103—37.
- SZOBER, S.: Gramatyka języka polskiego. Warszawa 1953.
- WIERZCHOWSKA, B.: Fonetyka i fonologia języka polskiego. Warszawa 1980.
- WIERZCHOWSKA, B.: Wymowa polska. Warszawa 1971.
- WODARZ, H.W.: Zur Satzintonation des Polnischen. Phonetica 8. 1—3. 1962, 128—46.
- ZINDER, L.P.: Obščaja fonetika. Moskva 1979².

THE EXPERIMENTAL-PHONETIC ANALYSIS OF POLISH INTONATION

Éva Földi

The analysis of intonation came into prominence of phonetic research in the past decades. The authors of the previously published phonetic works did not discuss at all or only „sporadically” dealt with the so-called suprasegmental factors, and they raised only parts of the problem related to stress, rhythm, tune etc.

The rapid development of experimental phonetics made it possible to describe speech process on the basis of acoustic marks and to prosper the research of intona-

tion. While earlier only the subjective analysis by ear could be done, now there is a possibility for objective, acoustic-phonetic analysis by the use of modern electronic means. Significant works on Polish intonation were also published: monographies (e.g. Steffen-Batogowa 1963; Džuska 1974; Dukiewicz 1978) but first of all essays, articles were written (Dąbrowska 1969 and 1971; Dukiewicz 1975; Jassem 1962 and 1973).

Intonation as a means of expressing thoughts and emotions has an important role in understanding the message conveyed by speech. Therefore it is necessary to study its components, to describe them systematically, and to use results of the analysis in practice. First of all we have to think of language teaching and learning.

In my paper I analyse the phonetic structure of Polish speech intonation and I try to describe structural types on the basis of certain concrete examples which are sentences without emotions. Naturally I could not undertake the functional (phonological) examination of intonation, since various analyses made on greater experimental matter are still needed to this.

I compiled a lingual corpus involving 180 affirmative, interrogative, exclamatory (imperative) sentences. The sentences – with few exceptions – were simple, complex, and incomplete ones, and they were recorded without emotional feelings; their syllables alternated between 1 and 14. I controlled the results of the analysis with synthesis.

I made the recordings in Poland with 18 informants. The informant's mother-tongue was Polish, they had secondary or university education and their pronunciation agreed with the norms of the educated Polish standard pronunciation.

Diagrams were made from two recordings (in the pronunciation of a man and woman) in the Phonetic Laboratory of Institute of Linguistics of Hungarian Academy of Sciences. After the elaboration of the acoustic diagrams of speech signal I made the phonetic transcription of the intonation of the analysed sentences.

In my study the terms *i n t o n a t i o n* and *s p e e c h i n t o n a t i o n* are used synonymously with the terms *p h o n e t i c c o n s t r u c t i o n*, *s u p r a s e g m e n t a l p h o n e t i c c o n s t r u c t i o n* as defined by Kálmán Bolla (Bolla MFF 5. 1980. p. 40–69). In this sense intonation – like speech sounds – is a complex unit of many components. Speech sounds – the least segmental units of speech – can be characterized acoustically by determining their pitch, intensity, length and spectrum. On the other hand these components are constituents of intonation in other use. The changes of the fundamental frequency of the keynote produces the tune of speech, length plays role in forming tempo and rhythm, intensity has part in shaping the dynamics of speech. Thus, as a result of the nature of its constituents, intonation is a linguistically relevant independent phonetic category which can be viewed and described physically; it is a subsystem of elements (tune, tempo, rhythm, dynamics, pause, tone) based on the changes of pitch, temporal factors, intensity, spectrum.

In the course of the experimental phonetic examination of the lingual matter I got the following results:

I. The *l e n g t h* of the examined Polish **affirmative sentences** was 0,36–1,94 s in the pronunciation of K1 woman informant, it altered between 0,48–1,98 s in the case of Cu man informant. The average *t e m p o* of the sentences was 9,5 sounds/s

at Cu, it was 9,3 sounds/s at Kl. The tempo of the affirmative sentences was the slowest in relation to the types of interrogative and imperative sentences. The *r h y t h m* of the sentences is quickening—slowing. The *t u n e* of the affirmative sentences was characterized by rising—falling tone, which occurred in three variations: a) in rising—falling, slightly rising at the end of the sentence, b) falling—rising—falling, and c) tremolo forms. (see p. 110–1) The tune started from the deep or middle zone of the whole subjective register of the speaker (70–340 Hz at Cu; 120–480 Hz at Kl), and it always ended in the deep band of the pitch. The peaks of the fundamental frequency moved between the upper limit of the deep zone and the lower limit of the upper zone, and they were less as compared to interrogative and imperative sentences. Abrupt change of the keynote did not occur in the case of affirmative sentences. The register of the statements was the narrowest, and the tune was realized in mean—deep, or sometimes high—deep tessitura. The direction of *c h a n g e i n i n t e n s i t y* of the examined sentences was increasing—decreasing and increasing—equal—decreasing, among which the former occurred more frequently. The maximum value fell on the 1–3 syllables of sentence, the minimum values were always on the last syllable. The dynamics of Polish statements changed slightly according to the degree of change in intensity.

II. I examined the two types of the Polish **interrogative** sentences: the question word and yes-no questions.

1) The *l e n g t h* of the **yes-no questions** altered between 0,44–2 s (at Cu), and 0,49–1,96 (at Kl). I measured 10,8 sounds/s (at Cu), 9,94 sounds/s (at Kl) as the average *t e m p o* of the sentences, which is quicker than the affirmative and imperative sentences, but it is slower than in question word questions.

The *r h y t h m* of the sentences is quickening—slowing or quickening—equal—slowing.

Rising/falling—soaring *t u n e* is characteristic of yes-no questions, which occurred in a) falling—soaring, b) floating—falling—soaring and c) rising—falling/float—ing—soaring forms (see p. 114–7). The tune started from the deep or mean pitch band, and it ended at the upper limit of the middle zone and in the high band. The maximum values of the fundamental frequency were always on the last syllable in the abruptly changing phase of the tune, the minimum values were before the soaring phase of the tune. The register of the yes-no questions was wider as compared to the affirmative sentences, but it was tighter as compared to the other two types of sentences. The deep—mean/high tessitura is characteristic of the tune. According to the direction of the *c h a n g e i n i n t e n s i t y* the yes-no questions can be increasing—decreasing, equal—decreasing, and decreasing—increasing. The increasing—decreasing direction was the most frequent. The maximum values of intensity usually fell on the first and/or the second syllables, the minimum values occurred on the last syllable. According to the degree of change in intensity, the dynamics of the yes-no questions showed a moderate change.

2. The *l e n g t h* of the **question word questions** moved between 0,42–1,98 s in the case of Cu, and 0,46–2,1 s at Kl. Among the examined types of Polish sentences the *t e m p o* of the question word questions was the quickest, I measured 11 sounds/s at Cu, and 10,8 sounds/s at Kl as the average tempo of speech. The

r h y t h m of the sentences is quickening—slowing or quickening—slowing—equal. The rising/soaring—declining—falling form is characteristic of the intonation of Polish yes-no questions, it is the opposite of the *t o n e* of question word questions. The intonations of the two question types were similar only in the one syllable sentences, they were realized in falling/declining—rising/soaring tone (see p. 122–3). The tone of question word questions occurred in three variations: a) rising—declining—falling, b) declining—floating, falling and c) floating—declining—falling forms (see p. 122–5). The tune of the sentences started from the middle or upper, in some instances from the deep pitch zone, and it ended in the deep or middle band. The peaks of fundamental frequency always occurred on the first and/or second syllables of the sentences, the minimum values fell on the limit of the last two syllables or on the last one. The tune at the end of the sentence rose more strongly than in the affirmative sentence, and more weakly than in yes-no question. The register of the question word question is wider than in the affirmative sentence and yes-no question. The deep—mean and the high—mean tessitura is characteristic of the tune of question word question. The direction of *c h a n g e i n i n t e n s i t y* was decreasing in the most cases, but the increasing—decreasing direction also occurred. The peaks of intensity coincided with the maximum values of frequency — they always occurred at the beginning of the sentence, the minimum values were measured on the last syllable. The dynamics of the sentences showed slight change.

III. The *l e n g t h* of the analysed imperative sentences was between 0,5–1,7 s at Cu, and 0,6–1,6 at Kl. The average *t e m p o* was 10,1 sounds/s (at Cu), and 10,4 sounds/s (at Kl). It is somewhat bigger than in the affirmative sentence, but it is less than in the two question types. The *r h y t h m* of the imperative sentences is quickening—equal—slowing. The *t u n e* of the sentences is extremely varying, the different variations of rising—falling forms are characteristic of it: a) declining—falling, b) rising/soaring—declining—falling, c) rising/soaring—declining—falling, slightly rising at the end of the sentence; d) declining—rising—falling and e) floating—declining—falling—slightly rising tones occurred (see p. 128–31). The tune could start from all the three pitch zone and it ended in the deep or middle zone. The maximum values fell on the first or the second syllables, in some cases — depending on the logical stress of the sentence — on other syllables. The minimum values generally occurred on the last syllable, or on the limit of the last two syllables. The mean—high tessitura was characteristic of the tune of the imperative sentence.

The direction of *c h a n g e i n i n t e n s i t y* could be decreasing, increasing—decreasing, equal—decreasing or increasing—equal—decreasing. The place of intensity peaks showed change, they often fell on the first and/or the second syllable of the sentence, the minimum values were always on the last syllable. The places of intensity peaks either coincided with the frequency peaks or they occurred on the previous syllable. The dynamics of the imperative sentences extremely changed.

In the Polish language — similarly to the Hungarian language — speech intonation has linguistic relevance on syntactical level. Its main function is the delimitation and modality. In speech specific intonation construction is characteristic of every sentence type (sentence = is a speech phase ranging from pause to pause, forming a thought whole, unit) according to its semantic content.

From the analysis of Polish speech intonation by synthesis the following conclusions can be drawn.

Intonation constructions characterizing the different sentence types are produced by considerable variation of the value changes of the components. On the basis of the examined components, the quality of the intonation construction depends on the values of fundamental frequency and intensity peaks, and on its place in the sentence.

The former determines the tune, the latter forms dynamics. According to these relatively low maximum pitch value of F0 is characteristic of the affirmative sentences; high, and a F0 pitch occurring at the end of the sentence can be observed in the case of yes-no questions; high, and a F0 pitch being at the beginning of the sentence can be experienced at question word questions; also high, but a F0 pitch of different place characteristic of imperative sentences. Examining the intensity relations, it can be stated that the strongest intensity values were in the imperative sentences, the lowest were in the affirmative sentences. The quickening or slowing of tempo and rhythm depend on the semantic content in the different sentence types. The rhythm of the affirmative sentences could be said equal, the other sentence types are characterized by variably quickening or slowing rhythm. The phonetic transcriptional patterns well reflect the changes of the components. The acoustic constituents produce different constructions which have a defining function in the language.

A FONETIKA MŰHELYÉBŐL
REPORTS ON WORK IN PROGRESS

A MEA 8000 BESZÉDSZINTETIZÁTOR COMMODORE 64 SZÁMÍTÓGÉPEN MŰKÖDŐ FEJLESZTŐ RENDSZERE

Arató András—Kiss Gábor—Tajthy Tamás

Az 1980-as évek elején megjelentek az egyetlen integrált áramkörü tokban elhelyezett beszédszintetizátorok. Ezek egyik csoportja gyárilag beépített, rögzített, kötött szótárral rendelkezik. Ilyen az ITT cég által gyártott UAA 1003 típusú beszédszintetizátor (Anders 1981), amely 32 angol szót ismer. Ez a 32 szó egy beszélőóra előállításához nyújt segítséget. Bennünket az egy chipes beszédszintetizátorok másik fajtája — amelyekkel tetszőleges (vagy közel tetszőleges) beszéd előállítható — érdekelt jobban. A kötetlen szótáras beszédszintetizátorok három csoportba oszthatók aszerint, hogy a beszédet milyen módszer szerint állítják elő. Egy-egy csoportot jól reprezentál a következő önkényesen kiragadott három konkrét beszédszintetizátor.

A Texas Instruments cég által a mesterséges beszéd előállításához felhasznált TMS 5200 jelű szintetizátor működése az LPC (Linear Predictive Coding) eljáráson alapszik. Ez az eljárás (vö. Astheimer 1981) az emberi beszédnek mint analóg jelnek a rögzítésén, valamint ezt követő digitalizálásán alapszik. Az így nyert adatokat feldolgozzák, és az eredményül kapott értékekkel digitális működésű beszédprocesszort vezérelnek.

A második csoportot a VOTRAX cég SC 01 fonémaszintetizátora (Fons—Gargagliano 1981) képviseli. (Tudjuk, hogy a „fonémaszintetizátor” helyett helyesebb lenne beszédhang-szintetizátorról írunk, de sajnálatos módon mind a külföldi, mind pedig a hazai — főleg műszaki — szakirodalomban az előző terminus az elfogadott.) Az SC 01 chip az amerikai angol nyelv 64 beszédhangját tartalmazza, huszonöt mássalhangzót, harminchat alap- és módosított magánhangzót, valamint három különböző hosszúságú szünetet. A felhasználó miután meghatározta, hogy az általa meghangosítani kívánt szöveget mely mesterséges hangok állítják elő a legjobban, úgy ezek sorszámával vezérelve a szintetizátort, az angol (esetleg más) nyelv tetszőleges szavát, mondatát képes létrehozni.

A kötetlen szótáras beszédszintetizátorok harmadik csoportját a formánsszintetizátorok képviselik. A modern formánsszintetizátorok digitálisan szimulálják az emberi hangképző szervek működési mechanizmusát. Rendelkeznek egy zöngé- és egy zörejgenerátorral, amelyek a todalékcstöt reprezentáló digitális szűrőket gerjesztik. E szűrők rezonanciahelyeit, átviteli karakterisztikáját a felhasználó paraméterek segítségével állíthatja be, programozhatja. Ilyen formánsszintetizátor a Philips gyártmányú MEA 8000 (van Brück—Teuling 1982). Mivel az MTA Nyelvtudományi Intézetének

fonetikai laboratóriumában a formánsszintetizálás területén volt már korábbi tapasztalatunk (vö. Bolla 1978 és 1982; Kiss–Olaszy 1982 és 1984; Olaszy 1985), érthető, hogy figyelmünk az előbb felsorolt beszédszintetizátorok közül ez utóbbira, a MEA 8000-re irányult.

A MEA 8000 beszédszintetizátor

A Philips cég formánsszintetizátorát, mint a gyári leírásból kiderül, 12 paraméter vezérli, melyek értékeit a felhasználó állítja be. Ezek közül tíz a beszédszintetizátor kiemenetén megjelenő hang kvalitását határozza meg egy hangszelet (frame) időtartama alatt. További egy paraméter a hangszelet időtartamát, egy pedig a kiindulási alaphang értékének frekvenciáját adja meg. A paraméterek megnevezését és lehetséges értékeit az 1. táblázat tartalmazza.

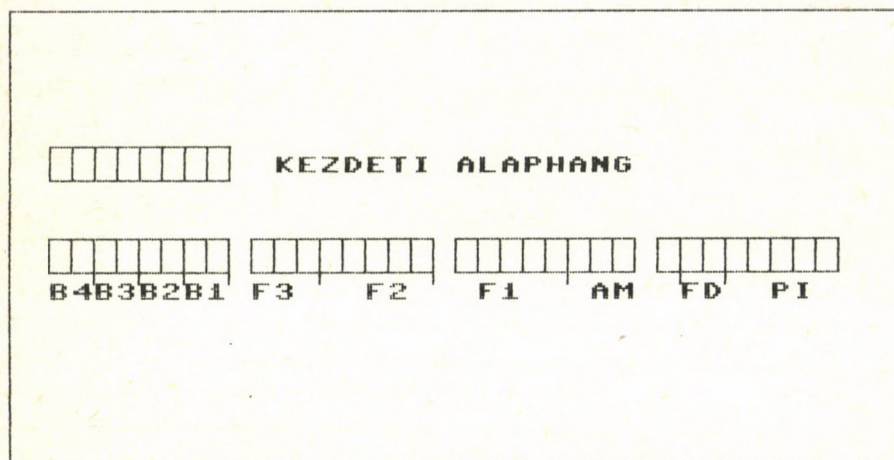
1. táblázat

A MEA 8000 beszédszintetizátor paraméterei

Megnevezés	Érték	Lépésszám	bit-szám	Jel
Időtartam	8–64 (ms)	4	2	TM
Alaphang-változás	–15–15, 16 (Hz/8 ms)	32	5	PI
Amplitúdó	0–1 (0–1000)	16	4	AM
Első formáns	150–1047 (Hz)	32	5	F1
Második formáns	440–3400 (Hz)	32	5	F2
Harmadik formáns	1179–3400 (Hz)	8	3	F3
Első, második, harmadik és a negyedik formáns sávszélessége	50–726 (Hz)	4	2	B1, B2 B3, B4
Kezdeti alaphangérték	0–510 (Hz)	256	8	—

A MEA 8000 beszédszintetizátorban a negyedik formáns értékét nem lehet változtatni, ez rögzítetten 3500 Hz. Megjegyezzük, hogy a dallamváltozást beállító PI paraméternek van egy speciális funkciója. Amennyiben értéke 16-tal egyenlő, úgy az aktuális hangszelet gerjesztése nem a zöngé-, hanem a zörejgenerátorral történik, zörejhangot állítunk elő.

A 12 paraméter egy kezdő byte-ban (a kezdeti alaphang-érték részére) és a továbbiakban szeletenként a 11 paraméter 4 byte-ban van kódolva. A paraméterek elhelyezkedését az 1+4 byte-ban az 1. ábrán láthatjuk.



1. ábra A MEA 8000 paramétereinek elhelyezkedése az 1+4 byte-ban

A beszédszintetizátor működtetése

A beszédszintetizátor működtetését általában két lépésben végezzük. Az első lépésben a mesterséges úton előállítani kívánt beszédet (hangjelenséget) kódolnunk kell hangszetek alkalmas sorozatává. Vagyis a beszédet alkotó szetek paramétereinek helyes értékét kell meghatározni. Második lépésben a dallam kezdeti értékét meghatározó byte-tal és az előbb megalkotott szetsorozattal — amely szetenként 4 byte-ból áll — kell számítógép segítségével a beszédszintetizátor működését irányítanunk, vezérelnünk.

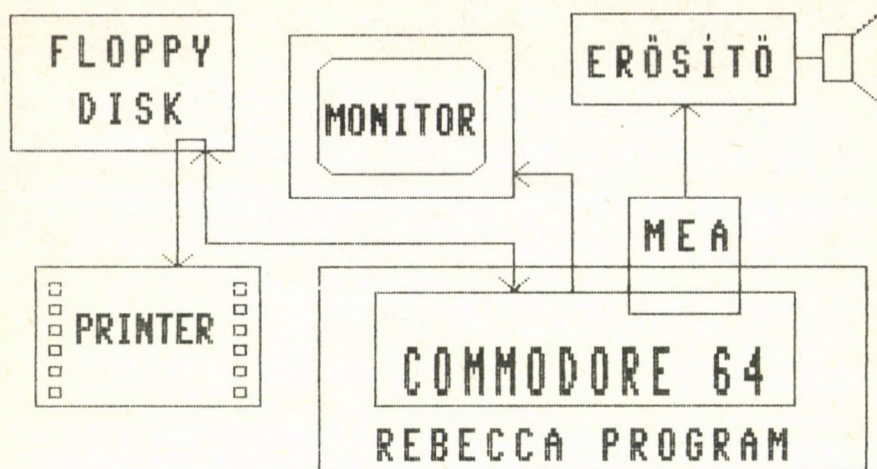
A második lépés során a MEA 8000 szintetizátor a szetek feldolgozásakor a soron következő hangszetet ideiglenesen egy 32 bites input pufferben tárolja. A feldolgozás során ezzel az értékkel interpolálja az aktuálisan feldolgozandó szetet. Így mintegy egymáshoz simítja a szomszédos szetek paramétereinek értékét. Természetesen a fent említett két lépés nem választható el élesen egymástól. Ugyanis a kívánt beszéd szeteinek paramétereit úgy a legkönnyebb meghatározni, ha paradox módon felhasználjuk ehhez a szintetizátorunk segítségét. Hiszen interaktív módon az eddig előállított szetsorozatot meghallgatva, majd a szet(ek)et alkotó paraméter(ek) értékén változtatva és ismét meghallgatva közelíthetünk a legoptimálisabb szetsorozat felé. E munkához nyújt hatékony segítséget a MEAREB beszédszintetizáló rendszer. Rendszerünk megtervezésekor két dolgot tartottunk szem előtt. Egyrészt, hogy a majdani felhasználó egy olyan rendszert kapjon kézhez, melynek kezelését könnyen elsajátíthatja, másrészt azt, hogy a rendszer hatékonyan támogassa a MEA 8000 beszédszintetizátoron megszólaltatni kívánt beszéd paramétereinek meghatározását, kikísérletezését. Ez annál is inkább figyelemre méltó, mert a MEA 8000 beszédszintetizátor hivatalos gyári ismertetőjében (van Brück—Teuling 1982) ezt olvashatjuk: „A beszéd kódolása olyan szolgáltatás, amit csak a szintetizátort előállító cég tud elvégezni.”

A MEAREB rendszer felépítése

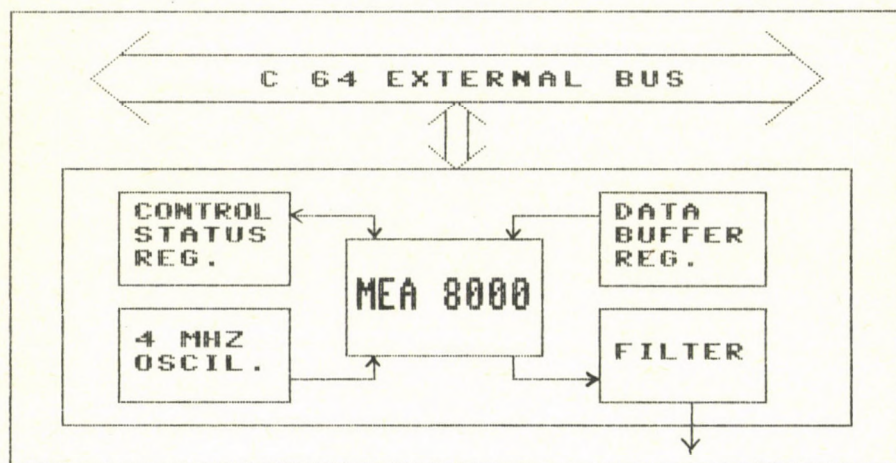
Mint cikkünk címében is utaltunk rá, MEAREB nevű fejlesztő rendszerünk — amelynek felépítését a 2. ábra tartalmazza — egy Commodore 64 típusú számítógépen működik. A számítógéphez a beszédszintetizátort és a működéséhez szükséges áramköröket tartalmazó kártyát a bővítő csatlakozón keresztül csatlakoztattuk. A beszédszintetizátort tartalmazó kártya kapcsolási rajzát a 3. ábra mutatja. A MEAREB rendszer software-jét a saját fejlesztésű REBECCA nevű program alkotja. A következőkben e programot és felhasználásának módját ismertetjük.

A REBECCA program

Beszédszintetizáló rendszerünk működését a MEAREB programmal irányíthatjuk. E programot BASIC nyelven írtuk meg, kiegészítve gépi kódú szubrutinokkal. A gépi kódú kiegészítésre azért volt szükség, mert a BASIC nyelvű program nem bizonyult elég gyorsnak a beszédszintetizátor vezérléséhez. A gépi kódú programrészekhez a Commodore 64 számítógépben levő 6502-es mikroprocesszor utasításait használtuk fel. Itt mondjuk el, hogy programunkkal egyszerre legfeljebb 256 beszédszetet kezelhetünk. Az egyes szetekre a 0–255-ig terjedő sorszámmal hivatkozhatunk.



2. ábra A MEAREB fejlesztő rendszer felépítése



3. ábra A beszédszintetizátort tartalmazó kártya rajza

A REBECCA program módot ad arra is, hogy a beszédszeletek egy bizonyos csoportjára hivatkozassunk. A csoportokból legfőljebb tíz lehet egyidejűleg a programban, és ezekre a 0, 1, ... 9 jelekkel hivatkozhatunk (az előzetes definíciót követően). A gépi kódú programrészeket, valamint a 256 szelethez szükséges 256x4 byte, azaz 1 kbyte-nyi tároló területet a program a 49152-es (hexa C000-as) címtől kezdődően helyezi el, mivel az itt kezdődő 4 kbyte-nyi memóriatartományt a BASIC rendszer

C000						C000					
+						+					
00 A9 1E	LDA	##1E				26 B9 00 CE	LDA	\$CE00,Y			
02 8D 01 DE	STA	\$DE01				19 8D 00 DE	STA	\$DE00			
05 A9 31	LAD	##31				2C B9 00 CF	LDA	\$CF00,Y			
07 8D 00 DE	STA	\$DE00				2F 8D 00 DE	STA	\$DE00			
0A CE 00 C8	DEC	\$C800				32 E8		INX			
0D A2 00	LDX	##00				33 8A		TXA			
0F A9 7F	LDA	##7F				34 CD 00 C8	CMP	\$C800			
11 CD 01 DE	CMP	\$DE01				37 D0 D6		BNE	\$C00F		
14 10 FB	BPL	\$C011				39 A9 7F		LDA	##7F		
16 BD 01 C8	LDA	\$C801,X				3B CD 01 DE	CMR	\$DE01			
19 AB	TAY					3E 10 FB		BPL	\$C03B		
1A B9 00 CC	LDA	\$CC00,Y				40 A9 1A		LDA	##1A		
1D 8D 00 DE	STA	\$DE00				42 8D 01 DE	STA	\$DE01			
20 B9 00 CD	LDA	\$CD00,Y				45 60		RTS			
23 8D 00 DE	STA	\$DE00				46 00		BRK			

4. ábra A megszólaltatást végző gépi kódú szubrutin listája

NO.	TM	AM	PI	F1	B1	F2	B2	F3	B3	B4
ADBE=0, KIIR=1, SZOL=2, DISK=3, HXBE=4, REP HXKI=5, MCLR=6, SZDF=7, LPRT=8, VEGE=9 PARAMCS=? ❖										

5. ábra A REBECCA program indítását követően a monitoron megjelenő kép

nem használja. A gépi kódban megírt, a megszólaltatást végző szubrutin listáját a 4. ábrán mutatjuk be.

Fejlesztő rendszerünk programja floppy disken történő tárolás során 2 file-t alkot, a "REBECCA"-t és a "BESZEL.CODE"-ot. A REBECCA programot a LOAD "REBECCA", 8 majd a RUN parancsokkal indíthatjuk el. Eközben a REBECCA program automatikusan aktivizálja a BESZEL.CODE file-t, betölti a memóriába a 49152-es címtől kezdődően. Az élesztést követően a számítógép által használt monitoron az 5. ábrán bemutatott kép jelenik meg. A képernyőt vízszintesen a következő 3 nagyobb, funkcionálisan jó elkülöníthető részre tagoltuk:

1. A szelettartalom kiíratási rész

Az 1–15. sor tartalmazza azt a részt, ahova programunk egyszerre maximum 15 hangszelet paramétereinek értékét tudja kiírni. A képernyőnek ez a része függőleges szín csíkozással 11 oszlopra van bontva. Ugyanis így tudjuk a 40 karakternyi széles képernyőn célszerűen egyetlen sorban elhelyezni egy szelet sorszámát és a paramétereinek értékét. A 0. sor tartalmazza fejléc formájában az oszlopokban kiírandó paraméterek jeleit a következő sorrendben:

NO TM AM PI F1 B1 F2 B2 F3 B3 B4

E képernyő rész utolsó sorában, a 16. sorban megjelenített szelet paramétereinek értékét változtatni tudja a felhasználó (lásd még később).

2. Az információs rész

Az információs rész a képernyő 17., 18. sorában helyezkedik el. Innen olvashatjuk le, hogy a MEAREB rendszer működését irányító felhasználói parancsokat milyen szám leütésével indíthatjuk el. A parancsok között megtaláljuk az ilyen fejlesztő rendszerekhez nélkülözhetetlen:

- az adatbevivő, adatmódosító,
- a megszólaltató, az ismételt megszólaltatást végző,
- a szeletcsoportok definiálását biztosító,
- az adatkiíró, mind képernyőre, mind nyomtatóra,
- a háttértárolót (floppy disket) kezelő

utasításokat. Az egyes parancsok rövidítése, ahogy a 17., 18. sorban látható, a következő:

ADBE=0, KIIR=1, SZOL=2, DISK=3, HXBE=4, ISMT=R
HXKI=5, MCLR=6, SDEF=7, LPRT=8, VÉGE=9.

3. A munkamező

A képernyő utolsó sorai, 19–24. a munkamezőt tartalmazzák. Itt adjuk meg, idegépeljük be vesszővel elválasztva egymástól, hogy mely szeletekre érvényes az előzőekben egy számjegy segítségével kiválasztott parancs. A RUN parancs kiadása után a rendszer ún. parancs üzemmódba kerül. A kurzor a képernyő munkamezejében a korábbiakban kiírásra került „PARANCS?” szó után villog. Ekkor kérhetjük meg rendszerünket a 0, 1, ... 9 és az R billentyű valamelyikének a leütésével a lehetséges 11 parancs egyikének végrehajtására.

A MEAREB rendszer parancsai

0. Adatbevivő, adatmódosító utasítás

A „0” nyomógomb lenyomása után a kurzor a kiírási rész utolsó sorában, a 16-ban a NO (sorszám) oszlopba ugrik és itt villog. Ide kell begépelnünk annak a szeletnek a sorszámát, amelynek paraméterértékeit be szeretnénk vinni vagy módosítani óhajtjuk. A sorszám begépelésének befejezését a „KURZOR JOBBRA” nyomógomb megnyomásával jelezzük. Ekkor a kurzor a TM mezőre ugrik, valamint ezzel egyidejűleg az eddig üres paraméter-mezőre az aktuális szelet paramétereinek jelenlegi értékei íródnak ki. Ha a szelethez most fordulunk először, akkor a paraméterek alapértéke kerül kijelzésre. Ezek után az egyes mezők között a soron belül a „KURZOR JOBBRA” és a „KURZOR BALRA” nyomógombok segítségével mozgathatjuk a kurzort. Erre azért

van szükség, mert mindig csak azt a paramétert írhatjuk felül, módosíthatjuk, amelyik mezején a kurzor áll.

Az aktuális szeletben a paraméter-bevitelt (módosítást) a „RETURN” lenyomásával kell befejeznünk. A „RETURN” hatására a hangszelet új paraméterértékeinek megfelelő kódok beíródnak a memória megfelelő 4 byte-jába. A beírási terület utolsó sora törlődik, a kurzor ismét a NO mezőn villog. Ha most egy új szeletnek a sorszámát gépeljük be, tovább folytathatjuk az adatbevitelt, ha viszont a „BALRA NYIL” billentyűt nyomjuk meg, a rendszerünk parancs módba tér vissza.

1. Paraméterek kiírása a képernyőre

Amennyiben szelet(ek) paramétereit kívánjuk megjeleníteni a képernyőn, úgy az „1” billentyűt kell lenyomnunk. Ennek hatására a munkamezőben kiíródik az „ADAT:” szó és a kurzor a kettőspont után villog. Ide kell begépelnünk azoknak a szeleteknek a sorszámát egymástól vesszővel elválasztva, amelyeknek paramétereit ki szeretnénk írni a képernyőre. A szeletek megadásakor használhatjuk a tól–ig megadási módot is. Természetesen a „#” jellel kezdődő szeletcsoport-azonosítókat is értelmezi a program. Egy hivatkozáson belül használhatjuk mindkét azonosító típust. A szeletsorszámok begépelésének végét a „RETURN” billentyűvel jelezzük. A „RETURN” hatására a REBECCA program egy szubrutinjára adódik a vezérlés, amely szintaktikailag ellenőrzi és analizálja a szeletsorszám-sorozatot. Amennyiben valahol vétettünk a beírási szabályok ellen (pl. nagyobb szeletsorszámot írtunk be, mint 255), akkor a kurzor a hibás sorszám utolsó számjegyén villog, ezzel is segítve a hiba kijavítását. Ezek után íródik ki monitorunk képernyőjének kiírási részére a szeletek paramétereinek értéke, egyszerre legföljebb 15. Amennyiben ennél több szelet paramétereit kértük megjeleníteni, úgy a következő 15-ös csoport képernyőre kerülését a „SPACE” billentyűvel kezdeményezhetjük. Az utolsó hangszelet kiírása után rendszerünk parancs módba tér vissza. A további munkálatok megkönnyítése érdekében sem a munkamező, sem a kiírási mező nem törlődik.

2/a Megszólaltatás

Rendszerünk egyik legfontosabb parancsa a szelet(ek), szeletsorozat(ok) megszólaltatását végző, amelyet a „2” nyomógomb lenyomásával kérhetünk. Ekkor a munkamezőben ismét megjelenik az „ADAT:” kiírás. A meghallgatni kívánt szeletek megadásának módja megegyezik a kiíratási parancs esetében elmondottakkal, de megjegyezzük, hogy amennyiben a munkamezőben már szerepelnek a meghallgatni kívánt szeletek jelei, mert előzőleg már ugyanezekre a szeletekre hivatkoztunk valamely parancssal, úgy elegendő a „RETURN” megnyomása. Ezt követően a program a kért szeleteket felkészíti a megszólaltatásra, majd a feladatának befejezését úgy jelzi, hogy a kurzort a „PARANCS?” szó „P”-jén villogtatja. Ekkor a „SPACE” billentyű leütésével egyidejűleg kezdődik a kívánt szeletsorozat megszólalása. A dallam (PI) kezdőértékét rendszerünk minden esetben 100 Hz-nek határozza meg.

2/b Megszólaltatás ismétlése

Az „R” betű leütésével az előzőekben megszólaltatott hangszeletsorozat ismét, akár több ízben is meghallgatható. A szeletsorozat elhangzása a billentyű leütésével egyidőben kezdődik. E parancsnak éppen ez a többszövszólaltatása a 2/a parancssal ellentétben. Az utolsó szelet elhangzása után tér vissza rendszerünk parancs módba.

3. Floppy disk kezelő utasítások

Munkánk hiábavaló lenne, ha eredményeinket nem archiválhatnánk, illetve korábbi munkánk eredményeit egy későbbi időpontban nem használhatnánk fel. Éppen ezért a MEAREB rendszer háttértárolón, floppy disken adattárolási funkciókat is képes ellátni. A program disken közvetlenül a 256 hangszeletnek fenntartott memória helyek tartalmát szekvenciális (SEQ) file formájában tárolja a csoportszelet definíciókkal egyetemben. Egy ilyen adatfile 7 blokkot foglal el a lemezen, így több, mint 90 darab helyezhető el egy lemezen. Ezt az adattárolási funkciót a „3” billentyű lenyomásával aktivizálhatjuk. Ekkor a program a munkaterület első sorába a következőt írja ki: „A FILE NEVE?”. Itt egy 4 betűs file-azonosítóval kell válaszolnunk. A negyedik betű begépelése után a következő kérdés jelenik meg „<IN/OUT?>”. Itt határozhatjuk meg az adatátvitel irányát. Ha már a korábbiakban a lemezen az előbb megadott 4 betűs azonosítóval megjelölve elhelyeztünk szeleteket, és ezeket kívánjuk a központi memóriába beolvasni, akkor az „I” betű lenyomásával kell válaszolnunk. Ennek hatására a memória megfelelő helye a kért file-lal töltődik fel. Ezzel ellentétben, ha a memóriában lévő szeleteket kívánjuk pl. egy későbbi felhasználás számára megőrizni, akkor az „O” betűt kell válaszként leütnünk. Így a lemezen egy új file keletkezik, amely a számítógép memóriájában levő 256 szelet adatait fogja tartalmazni a szeletcsoport definíciókkal együtt. Az input/output művelet sikeres befejezése után a program parancs módba tér vissza. Ha a művelet nem volt sikeres, pl. a lemezen nincs olyan file, amelyet be kívántunk olvasatni, hibajelzés jelenik meg a képernyőn.

4. Hexadecimális formátumú adatbevitel

Rendszerünk módot ad arra is, hogy a 256 hangszelet bármelyikének paramétereit ne csak a 0. pontban leírt módon, hanem közvetlenül kódolt formában is bevihesük, úgy, ahogy az a szeletet realizáló 4 byte-ban elhelyezkedik. Ezt az adatbevitelt a „4” billentyű leütésével kezdeményezhetjük. Ezt követően a munkamezőben a „HANYADIK SZELET?” kérdés jelenik meg, és a kurzor a kérdőjel után villog. Ide kell begépelnünk a szelet sorszámát, ennek befejeztével a „RETURN” leütésekor az „ÉRTÉKE?” felirat íródik ki a képernyőre. Ekkor hexadecimális számrendszerben, 8 számjeggyel kell megadni a 4 byte értékét, „RETURN”-nel lezárva. A „RETURN” hatására az érték a memória megfelelő helyére beíródik, majd az előbb megadott szeletsorszám automatikusan eggyel növekszik, ezzel is elősegítve az esetleges nagy tömegű adatbevitelt. Ha ekkor a „BALRA NYIL” nyomógombot ütjük le, akkor a rendszer parancs üzemmódba tér vissza. Ha a „RETURN”-t ütjük le, akkor már gépelhetjük is a következő szelet hexadecimális kódját.

5. Hexadecimális formátumú adatkirírás

Az előbbi parancs inverzének is tekinthetjük azt, amelyet az „5” számjegy leütésével aktivizálhatunk. Ez a szeletet alkotó 4 byte tartalmát hexadecimális formában írja ki a képernyőre, miután a munkamezőben a „HANYADIK SZELET?” kérdésre válaszolva beírtuk a kívánt szelet sorszámát. A sorszám begépelése után „RETURN” hatására jelenik meg a 8 jegyű hexadecimális szám. Ismételten a „RETURN”-t leütve, az előbb beadott sorszám megnövekszik eggyel. Ezek után, ha a „BALRA NYIL”-at nyomjuk meg, akkor a rendszer parancs üzemmódba tér vissza, ha a „RETURN”-t ütjük le, akkor a már megnövekedett sorszámú szeletnek a tartalmát jelzi ki a programunk.

6. A memória törlése

A REBECCA program elindításakor a 256 hangszet adatait tartalmazó memóriahelyek „szeméttel”, esetleges értékekkel vannak feltöltve. E terület törlését, nullázását a „6”-os számjegy lenyomásával kérhetjük. Ennek hatására az egyes szeleteket alkotó 4 byte-ok nullákkal lesznek feltöltve, ez tehát minden paraméter alapértelmezését jelenti. A feladat elvégzése után a program parancs módba tér.

7. Szeletcsoportok definiálása

Mint már említettük, a MEAREB rendszer megengedi azt is, hogy a szeletek egy csoportjára közös azonosítóval hivatkozhassunk. Ezeket a csoportokat a „7”-es számjegy leütése után hozhatjuk létre. Ekkor ugyanis a munkamezőben megjelenik a „SZELET:” felirat és ezután kell begépelnünk az egy csoportba vonni kívánt szeletek sorszámát. A begépelés végét jelző „RETURN” után a „#?” felirat jelenik meg, mire nekünk a csoport sorszámát kell megadnunk, amely 0–9 lehet. A rendszer parancs módba tér vissza, miután önmaga számára regisztrálta az új csoportot.

8. A szeletek paramétereinek kinyomtatása

A szeletek paramétereinek értékét nemcsak a képernyőn (1. parancs), jeleníthetjük meg, hanem nyomtatón is a „8”-as billentyű lenyomása után. A kinyomtatni kívánt szeletekre való hivatkozás megegyezik a korábbiakban elmondottakkal. A 6. ábrán az „Es?” szót alkotó szeletek paraméterértékeit mutatjuk be „Hard Copy” formában.

NO.	FD	AM	PI	F1	B1	F2	B2	F3	B3	B4	!	HEXA
35	16	11	0	494	726	2214	309	2842	726	125	!	12DA9120
36	32	125	1	494	125	2214	50	2842	726	125	!	B2DA94C1
37	64	354	1	494	50	2214	50	2842	726	125	!	F2DA9661
38	64	500	1	494	125	2214	50	2842	726	125	!	B2DA96E1
39	32	88	-1	494	125	2214	50	2842	726	125	!	B2DA945F
179	16	11	16	988	125	2214	50	2842	309	125	!	B6DAF130
180	8	125	16	1047	309	2400	125	2842	309	309	!	65DBFC90
181	32	250	16	1047	309	2400	125	2842	50	125	!	6E0BFDD0
182	32	250	16	880	309	2400	125	2842	50	50	!	6FDBE5D0
183	8	88	16	784	726	2214	125	2842	50	50	!	2FDAD410
184	16	0	16	784	726	1897	125	2842	50	50	!	2FD8D030

6. ábra Az „Es?” szót alkotó szeletek paramétereinek értéke

A kíratiási lista jobb oldalán egy 8 jegyű hexadecimális számrendszerben ábrázolt szám áll. Ez a szám a szelet 4 byte-jának közvetlen kódját ábrázolja. A nyomtatás befejeztével parancs módba kerülünk.

9. A program működésének befejezése

A REBECCA program futását a „9”-es billentyű lenyomásával szakíthatjuk meg. Ekkor a monitor képernyőjén megjelenik a **BYE – BYE** felirat, és alatta a számítógépünk bekapcsolása óta eltelt idő HH–MM–SS formában kerül kijelzésre. A „SPACE” billentyű leütését követően kíródik a „READY” üzenet, és ún. BASIC üzemmódba tér vissza a Commodore 64. Ha most újraindítjuk a REBECCA programot a RUN paranccsal, akkor a program által használt gépi kódú programnak nem kell újra betöltődnie, valamint az előző futtatás alkalmával a gépben „felejtett” szeletek is-

mét felhasználhatóak, mivel azok a BASIC rendszer által sohasem használt memória-helyen helyezkedtek el.

Irodalom

- ANDERS, B.: Digitale Sprachsynthese für Low-Cost Anwendungen. Bauelemente der Elektrotechnik 7. 1981, 246– 50.
- ASTHEIMER, A.: Sprachsynthese in LPC-Technik, Elektronik 12. 1981, 73–8.
- BOLLA Kálmán: A magyar magánhangzók akusztikai analízise és szintézise. MFF 1. 1978, 53–68.
- BOLLA Kálmán: Folyamatos beszéd szintetizáló rendszer magyar nyelven (VOXON). MFF 10. 1982, 7–21.
- BRÜCK van, H.E.—TEULING, D.J.A.: Integrated voice synthesizer. Philips, Technical publication 48. Elektronik Components and Applications Vol. 4 No. 2, February 1982.
- FONS, K.—GARGAGLIANO, T.: Articulate Automata: An Overview of Voice Synthesis, BYTE Publications Inc. 1981.
- KISS Gábor—OLASZY Gábor: Interaktív beszéd szintetizáló rendszer számítógéppel és OVE III szintetizátorral. MFF 10. 1982, 21–46.
- KISS Gábor—OLASZY Gábor: A HUNGAROVox magyar nyelvű szótár nélküli, valós idejű, párbeszédes beszéd szintetizáló rendszer. Információ Elektronika 2. 1984, 98–111.
- MEA 8000 Voice Synthesizer: Principles and Interfacing. Philips, Technical publication 101. 1983.
- OLASZY Gábor: A magyar beszéd leggyakoribb hangsorépítő elemeinek szerkezete és szintézise. NytudÉrt 121. Budapest 1985.

THE DEVELOPING SYSTEM OF MEA 8000 SPEECH SYNTHESIZER OPERATING ON COMMODORE 64 COMPUTER

András Arató—Gábor Kiss—Tamás Tajthy

In the preface of the paper the authors shortly present the modern speech producing methods with one chip. They deal with the speech synthesizer with fixed dictionary, then with that group of speech synthesizers with which free dictionary synthesizing systems can be produced (e.g. SC 01 phoneme synthesizer of VOTRAX firm, the speech synthesizer of TMS 5200 type working with LPC method of Texas Instruments firm, and MEA 8000 formant synthesizer made by Philips).

The subject of the paper is to outline of the MEAREB speech synthesizing developing system made by the authors. First of all they present the parameters (TM, AM, PI, F1, B1, F2, B2, F3, B3, B4) which direct the MEA 8000 speech synthesizer. The hardware of the developing system is: a personal computer of Commodore 64 type, a monitor, a floppy disk unit of 1541 type, and a printer. The authors interfaced

the circuit card containing the MEA 8000 speech synthesizer to the Commodore 64 through the external port of the computer. The program named REBECCA constitutes the software of the MEAREB developing system, which was written in BASIC language complemented with subroutines of machine code. In the interest of the easy operation of the program REBECCA works in a so-called menu system. The user can direct the operation of the program with 10 so-called user commands. The certain commands can be activated by a stroke of a number. The program to the highest degree takes advantage of graphic and other possibilities afforded by Commodore 64 computer. The parameters of 256 frames can be manipulated in the course of a single run with REBECCA program. We can refer to the certain speech frames with serial numbers. The 10 user commands as follows:

0) Any parameter of one of the 256 frames can be written in and changed by the input, modifying commands;

1) Writing out of the parameter onto the screen (the parameters of 15 frames can be written out to the 15 upper lines of the screen);

2) The sounding of the frames (one or more frames can be sounded);

3) Floppy disk manipulating command with which the frame loading can be moved between the central memory and the floppy disk;

4, 5) Input/output commands of hexadecimal type;

6) We set the parameters of 256 frames in memory to the basic value with this command;

7) After the definition of frame series we can refer to a series of frames with a common identifier;

8) The printing of the parameters of the frames;

9) The termination of the operation of the program.

With the MEAREB system unfolded in the paper the user obtains such an effective means with which the frame stock necessary to producing a given artificial speech can quickly and easily be determined. The MEAREB system can also be used in teaching.

A TOLDALÉKCSŐ ARTIKULÁCIÓS FOLYAMATAINAK SZÁMÍTÓGÉPES VIZSGÁLATA

Bolla Kálmán—Földi Éva—Kincses Gyula

1. Kinoröntgen, képmagnetofon és számítógép

A beszédképzés dinamikus folyamatainak, gyors állapotváltozásainak, a beszéd-szervek működésmechanizmusainak a megfigyelése, elemző vizsgálata és egzakt leírása a kísérleti fonetika legnehezebb feladatai közé sorolható. Az e téren végzett kutatások eredményessége nagymértékben függ a felhasználható vizsgálati eszközök technikai-műszaki színvonalától, fejlettségétől és az alkalmazott kutatási módszerektől. A röntgenteknika és a mikroelektronika ugrásszerű fejlődése az utóbbi két-három évtizedben olyan eszközöket hozott létre és ezzel olyan lehetőségeket nyitott a beszédmechanizmusok egzakt vizsgálatára, amilyenek még soha korábban nem voltak tudományunk történetében. Ismeretes, hogy a nyelvi jelzéseket a beszéd realizálja, a biológiai hangképzés, az artikulációs tevékenység eredménye. A beszéd érzékszerveinkkel felfogható megnyilvánulási formáját pedig a hangképző szervek finoman összerendezett, összetett mozgásai által keltett akusztikus rezgéssztereotípiákból felépülő hangszerkezetek, nyelvileg releváns struktúrák képezik. Arról sem szabad megfeledkeznünk, hogy a beszédtevékenység a legmagasabb szervezettségű anyagnak, az emberi agynak a terméke, amelyről még mindig keveset tudunk ahhoz, hogy a nyelvi folyamatokat, köztük a fonetikaiakat is — az ún. realizációs folyamatot — tudományos pontossággal leírassuk. Ezek jobb megismerésére keressük mi is a megfelelő eszközöket és eljárásokat.

A beszédet létrehozó mozgásmechanizmusok összetettsége és rejtettsége különleges eszközök és módszerek alkalmazását követeli meg. A toldalékcső artikulációs folyamatait — amelyek a beszédképzés egészében kiemelkedő és meghatározó szerepet játszanak — az alábbi feladatokra alkalmas eszközökkel vizsgáljuk:

a) Láthatóvá, vizuálisan megfigyelhetővé kell tennünk a beszéd-szervek mozgását. Erre a célra a képerősítő átvilágító-felvevő berendezések használhatók. Pontosabban, olyan átvilágító berendezésre gondolunk, amely kicsi sugarterhelés mellett egy személlyel is hosszabb beszédsszöveg felvételét engedi meg. A kép és hang egyidejű rögzítésére legalább 50 kép/s felvételi sebességgel rendelkező nagy képfelbontású videomagnetofon használható. Úgy tűnik, a korábban alkalmazott pergőfilmes felvételnél jobb eredményt ad a videotechnika.

b) A láthatóvá tett mozgást, a hangképző szervek gyors helyzetváltoztatásait tet-

zés szerint ismétélhetően, nemcsak dinamikus folyamatában, hanem 10-20 ms-os statikus metszeteiben, a beszédhang mikroszeleteiben is elemezhetően kell rögzíteni.

c) Részletekbe menő, sokoldalú elemzésre, egzakt adatolásra alkalmas eszközök és korszerű mérési technológia szükséges ahhoz, hogy a hangzásban tükröződő gyors képzőszervi helyzetváltoztatásokat regisztrálni lehessen, hogy vizsgálni tudjuk a hangzás és a biológiai állapotváltozás, tevékenység közötti megfeleléseket. Erre a célra jól használható olyan képmagnetofon-típus, amellyel lehetséges a lassított előre-hátra játszás, valamint a képmegállítás is. Orsós képmagnóval könnyebben elvégezhető, mint kazettással a felvétel szegmentálása, a vizsgálandó hangjelenség (akár beszédhangnyi szegmentumot vagy ennél kisebb metszeteket pl. hangátmeneteket, akár szótagnyi vagy annál hosszabb beszédszelvényeket elemzünk) kiválasztása a hangkörnyezetből, mivel mód van az ismételt előre-hátra mozgásra, továbbá a szalagon be is jelölhetjük a kérdéses hangszakaszt.

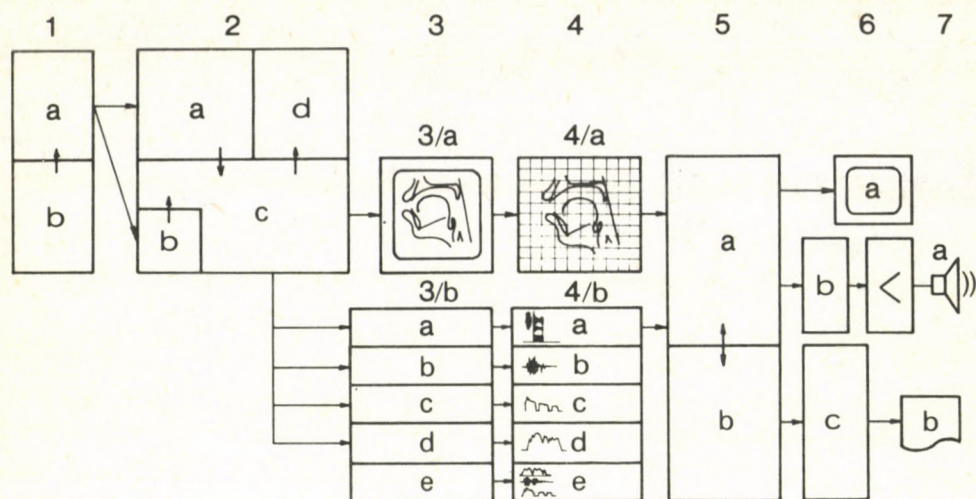
d) A monitoron kirajzolódó röntgenkép sémázására, adatolására is vannak új eszközök és lehetőségek (digitális képleolvasókra gondolunk), de ezek hiányában be kell érünk a röntgenogram-séma hagyományos kirajzolásával a képernyőre és a sémának pauszpapírra való átvitelével. A röntgenogram elemzésének technikájára még visszatérünk.

e) A technológiai folyamat következő láncszeme a számítógép. A képernyőről kirajzolt röntgenogram-sémáról egy leolvasó ráccsal meghatározzuk a kijelölt mérőpontok (ezek száma 32) koordináta-adatait. Ezek az ún. primér adatok képezik a számítógépes feldolgozások adatbázisát. A munka jelenlegi szakaszában hatféle feladat számítógépes elvégzésére dolgoztunk ki programokat BASIC nyelven. A számítógépes konfiguráció a Commodore 64 számítógépen kívül egy VC 1541 típusú lemezegységet, 1702-es videomonitor és MPS 802-es nyomtatót foglal magában.

2. A számítógépes feldolgozás előkészítése

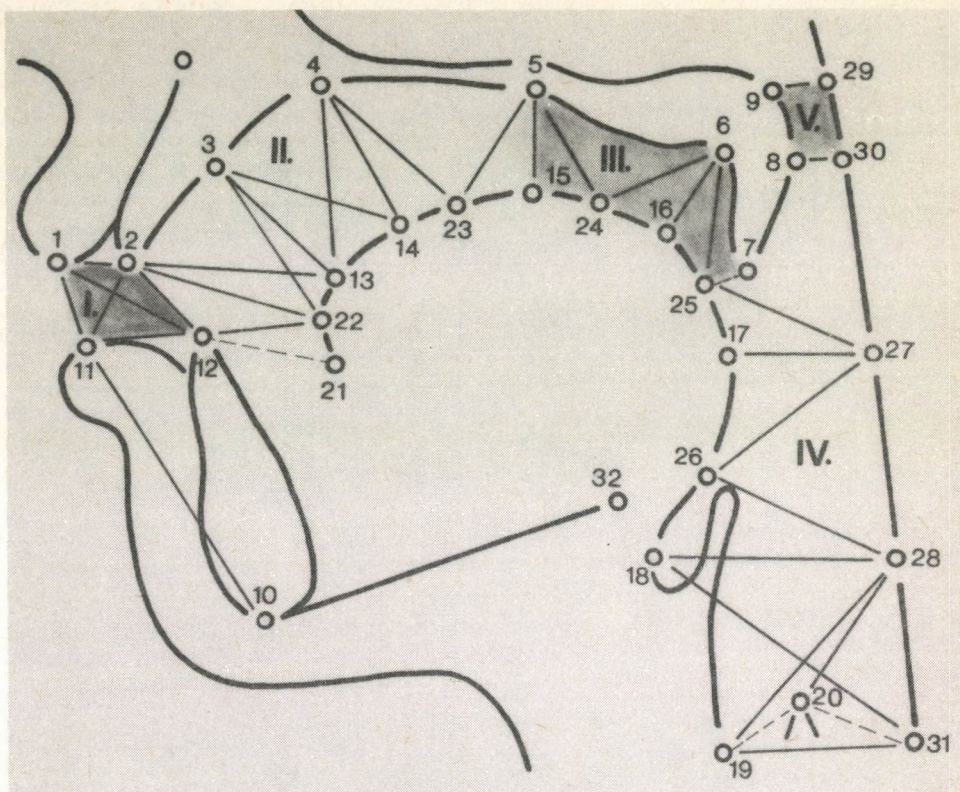
A toldalécső hangképző folyamatainak a vizsgálatára kialakított mérési láncsal most nem foglalkozunk, csupán ábrán mutatjuk be a beszédfiziológiai és beszédakusztikai elemzésekre, illetőleg szintézisre használt eszközöket és kutatási technológiát (ld. 1. ábra). Ez sem teljes, mivel nem tartalmaz olyan általunk alkalmazott kiegészítő eljárásokat, mint a fotopalatográfia, fotolingvográfia, foto- és kinolabiográfia vagy a közeljövőben megvalósítandó elektropalatográfia. Nem tárgyaljuk továbbá a párhuzamosan folyó beszédakusztikai vizsgálatokat sem. Ugyanakkor szükségét érezzük, hogy bővebben szóljunk az MFF sorozatban megjelent hangatlászok röntgenogram-sémáinak, továbbá a képzési sajátságokat tükröző adattáblázatoknak a háttéréről. Minthogy a hangok fonetikai sajátságainak, a nyelvileg releváns képzési jegyeknek a feltárása és egzakt kifejezése a célunk, az idők folyamán kisebb módosításokat, változtatásokat eszközöltünk a röntgensémák adatolásában, az artikulációs helyzetet tükröző adatok táblázatos rendszerezésében, hogy minél „beszédebbé”, fonetikailag értelmezhetőbbé, kifejezőbbé tegyük azokat. A számítógépes feldolgozás szigorú rendje követelte tőlünk a mérési pontok számának állandósítását (minden esetben 32 mérőponton számolunk) és a korábban mozgó pontok (23, 24, 25, 26) helyének rögzítését, ahogyan ez a 2. ábráról leolvasható (ld. 2. ábra).

A mérési pontok elhelyezése a profil helyzetű röntgenogram-sémákon az alábbi



1. ábra A vizsgálat mérőlánca és technológiája

1. A vizsgálat forrása
 - a) a kísérletek alanyai
 - b) nyelvi forrásanyag
2. A kép- és hangrögzítés eszközei
 - a) Siemens Sirescop 2 átvilágító berendezés
 - b) Sennheiser MKH 815 típusú kondenzátor-mikrofon
 - c) Siemens Sirecord E képmagnetofon
 - d) Siemens videomonitor
- 3/a A beszédfiziológiai analízis képmagnetofon-felvételről (HT ITV 18-9/a videomonitor)
- 3/b A hanganyag akusztikai elemzése
 - a) Sound Spectrograph Series 700 (dinamikus hangszínképelemző)
 - b) oszcillográf, illetve oszcilloszkóp
 - c) FFM 650 típusú alaphangmagasság-mérő
 - d) IM 360 típusú intenzitásmérő
 - e) EM 34 T típusú 4 csatornás mingográf
- 4/a A koordináta-adatok kimérése a hangok röntgenogram-sémáján
- 4/b Az akusztikus adatnyerésre szolgáló diagramok
 - a) dinamikus hangszínkép
 - b) oszcillogram
 - c) intonogram
 - d) intenzitásgörbe
 - e) mingogram
5. A fiziológiai és akusztikus alapadatok számítógépbe vitele
 - a) Commodore 64 mikroszámítógép
 - b) VC 1541 típusú lemezegység
6. A számítógépes vizsgálat termináljai
 - a) Commodore 1702 videomonitor
 - b) MEA 8000 chip-szintetizátor és erősítő
 - c) MPS 802 nyomtató
7. A számítógépes vizsgálat eredményeinek dokumentálása
 - a) a hang szubjektív értékelése és hangfelvétele
 - b) az eredmények írásos rögzítése



2. ábra A mérőpontok (1–32) elhelyezése a röntgenogram-sémán, a toldalékcso részterületei (I–V) és a pontpárokkal kifejezett mérési viszonylatok

rendszerben történik. (Röviden utalunk a mérési viszonylatokban kifejeződő fonetikai sajátságokra, képzési jegyekre is.)

1 – A felső ajak azon pontjára kerül, ahol az ajakrés a legszűkebb.

11 – Az alsó ajak azon pontjára kerül, ahol az ajakrés a legszűkebb.

2 – A felső fogak csúcspontját jelöli.

12 – Az alsó fogak csúcspontját jelöli.

10 – Az alsó állkapocs csúcspontján helyezkedik el.

Az 1–11 pontok távolságadata fejezi ki az ajaknyílás nagyságát. A skála a [p]-től az [a]-ig terjed. Minden nyelvben és személyre külön-külön kvantálható a skála, s a három részre osztásnak ilyen hagyományos kifejezéssel megfeleltethető értelmezést adhatunk: szűk, közepes, tág ajaknyílás.

A 2–12 pontok távolságával az állkapocs nyitására következtethetünk.

A zártság–nyíltság foka az előbbiekhez hasonlóan határozható meg a távolságadatok kvantifikációjával, s a zárt, közepes, nyitott kifejezésekkel feleltethető meg. A 2–10-es pontpár távolságadatából redundáns eredményt kapunk a fogélek közötti nyílás nagyságára.

Az 1–2, 11–12 pontok távolságából az ajkak előrecsücsörödése vagy hátra-

húzódása olvasható ki, míg a 11–10 pontok adata kiegészítő információt ad az alsó ajak helyzetéről. A magánhangzók labiális–illabiális jegyének megállapításához használhatók az itt kapott mérési adatok.

Az 1–2–12–11–1 pontok összekötéséből nyert szabálytalan négyszög vagy háromszög képezi a toldalékcsőnek a külső légtérrel érintkező egyik nyílását, s a 2. ábrán az I-gyel jelzett ún. labiális részterületét. A területszámítással kapott paraméter a rezonáló tér nyílásáról és az ajakartikulációról tájékoztat.

- 3 – A prepalatális terület mérőpontja.
- 4 – A mediopalatális terület mérőpontja.
- 5 – A palatoveláris határvonalon elhelyezett mérőpont.
- 22 – A nyelvhegyen kijelölt mérőpont.
- 13 – A nyelv predorzális területén a 3-sal ellentett mérőpont.
- 14 – A nyelv predorzális területén a 4-sel ellentett mérőpont.
- 15 – A nyelv mediodorzális területén az 5-sel ellentett mérőpont.
- 23 – A nyelv mediodorzális területén a 14 és a 15-ös pontok közé eső mérőpont.
- 21 – A nyelven a 22-es pont alatt felvett kiegészítő pont.

A toldalékcső palatális részterületén (ld. a 2. ábrán a II-vel jelölt területet) felvett pontpárok távolságadataiból a legkülönbözőbb képzési sajátságok olvashatók ki. Így pl. a mássalhangzók képzési helye (dentális, alveoláris, pre-, mediopalatális, palatális), a palatalizáció megléte, foka, illetve hiánya, a nyelv artikulációjának milyensége (apikális, kakuminális, dorzális, pre-, mediodorzális jellege), a képzőszervi konfiguráció stb.

A palatális részterület nagyságát kifejező paraméter, továbbá a toldalékcső egészének és a többi öt kijelölt részének a területéhez viszonyított aránya a hangok akusztikai minőségének a megítéléséhez nyújt segítséget.

- 6 – A lágyíny és az uvula határvonalán felvett mérőpont.
- 7 – Az uvula csúcsán elhelyezett mérőpont.
- 16 – A nyelv posztdorzális részén a 6-os mérőpontra merőlegesen helyezkedik el.
- 24 – A nyelv posztdorzális részén a 15 és 16-os mérőpontok között található.
- 25 – A posztdorzumon a 16 és 17-es mérőpontok között vettük fel.

A palatális részterület pontpárjaihoz hasonlóan tükröződnek a veláris részterületen (ld. a 2. ábrán a III-mal jelzett részt) kijelölt mérési viszonylatok adataiban a hangok képzési sajátságai. Ugyanezt mondhatjuk a területadatokkal kapcsolatban is.

- 8 – Az uvula csúcspontja felett felvett mérőpont.
- 9 – Az uvulán elhelyezett 8-as pont feletti mérőpont.
- 29 – A garatfalon a 9-es ponttal szemben kijelölt mérőpont.
- 30 – A garatfalon a 8-as ponttal ellentett mérőpont.

E két pontpár távolságadata a toldalékcső orrüregi nyílásáról ad tájékoztatást, a képzés orális, nazális, nazaorális jellege ítéltető meg belőle. Ábránkon V-tel jeleztük a toldalékcsőnek a garat- és orrüreget összekötő, illetve elválasztó határzónáját.

- 17 – A posztdorzumon az uvula alatt felvett mérőpont.
- 18 – A nyelv gyöki részén az epiglottis mögötti mérőpont.

- 19 – A gégefőnél a pajzsporc felett elhelyezett mérőpont.
- 26 – A 17 és 18-as pontok közötti mérőpont.
- 20 – A gégefő és a nyelőcső torkolatánál kijelölt mérőpont.
- 27 – A garatfalon a 17-es mérőpontra merőleges mérési pont.
- 28 – A garatfalon a 18-as mérőpontra merőleges mérési pont.
- 31 – A garatfal alsó részén a 19-es pontra merőleges mérőpont.

A toldalékcső faringális (garatüregi) részében kijelölt pontpárok távolságadataiban szintén számos fonetikai sajátosság tükröződik. Egyebek között a mássalhangzók faringalizált jellege is ezen adatokból állapítható meg. A 2. ábrán a IV-gyel jelölt rész területadatainak kiemelkedő szerepük van a magánhangzók akusztikai minőségének a vizsgálatában.

- 32 – Az alsó állkapocs vízszintes vonalán a 10-es ponttól egyforma távolságra kijelölt pont.

3. A számítógépes feldolgozás

Az ismertetett mikroszámítógépes technológiát az interlingvális hangtani egybevetések témában folyó nyelvészeti-fonetikai kutatásokhoz dolgoztuk ki, s a vizsgált nyelvek (magyar, finn, orosz, lengyel, amerikai angol, brit angol, német) beszédhangjainak képzési és hangzási sajátosságait kívánjuk egységes szempontok és elemzési módszer szerint feltárni, rendszerezni, leírni. A különböző nyelvek hangelemeinek egybevetését – a hangsajátságok objektív megítélésével és egzakt kifejezésével – reális alapon végezhetjük. A hangállomány vizsgálatára egy ún. statikus és egy dinamikus elemzési-feldolgozási formát alkalmazunk. A statikusnak nevezett feldolgozáshoz minden hangra csak egy metszetet, a tiszta fázis 20 ms-os hangszületét vesszük, míg a dinamikus feldolgozás kiterjed a hangképzés teljes intervallumára, tehát magában foglalja az átmeneti szakaszokat, valamint a kézmód létrejöttének folyamatát. Minden hangra 5 db 20 ms-os metszetet vizsgálunk. A képzésidő kezdetén, negyedénél, felénél, háromnegyedénél és a végén jelöljük ki a vizsgálandó hangszületeket. A 100 ms-nál rövidebb képzésidő esetén 2 születek összevonunk. A már említett hatféle számítógépes feladatmegoldáshoz két változatban készítettük el programjainkat, az ún. egyszületesre és az ötszületesre.

A számítógéppel végezhető hat feladat a következő:

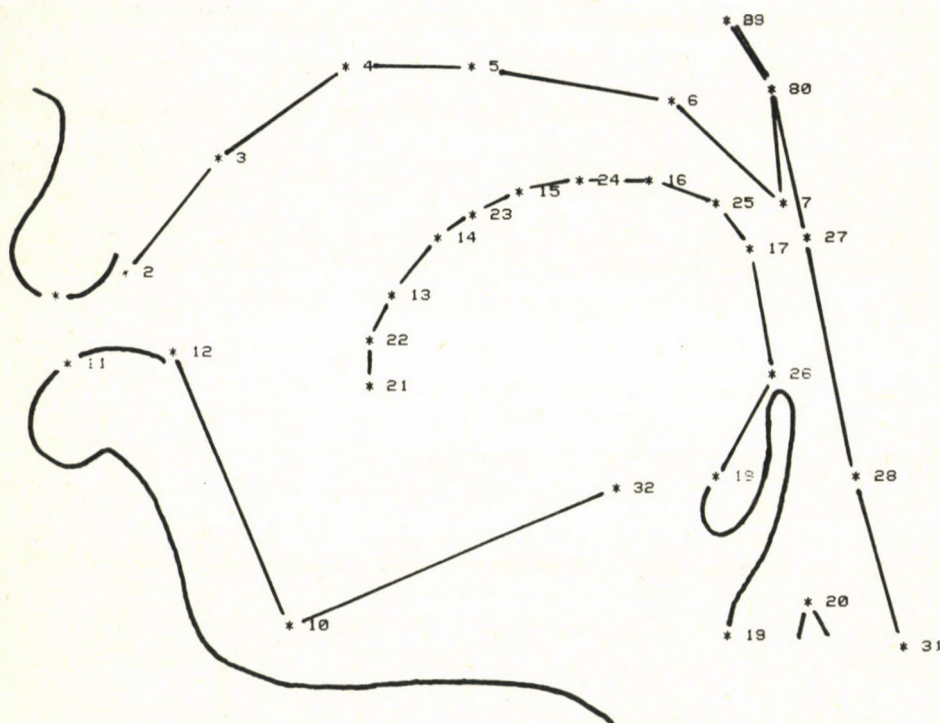
- a) Adatkezelés (a röntgenogram koordináta-adatainak bevitele, mágneslemezre tárolása, az adatok javítása és lemezről gépbe töltése)
- b) A röntgenogram-séma kirajzoltatása képernyőre és nyomtatóval papírra (ld. 3. ábra)
- c) Az artikulációs helyzetet tükröző mérési viszonylatok táblázatba rendezett adatainak kiírása képernyőre és printerrel papírra (ld. 4. ábra)
- d) A hangállomány elemeinek sorrendeztetése mérési pontpárral megadott képzési jegyek szerint és kiírása nyomtatóval (ld. 5., 6. ábra)
- e) A toldalékcső profil keresztmetszetében az összterület, valamint a kijelölt 5 rész területének a kiszámítása, a kapott viszonyszámok, valamint a részterületek százalékos arányának (összterület=100%) a kiírása képernyőre és nyomtatóval papírra. (Ld. 7. ábra.)

A HANGSZELET RÖNTGENOGRAMJA ÉS A MÉRÉSI VISZONYLATOK ADATAI

A FILE sorszáma: 2
RTG forrás kód: 18
Kísérleti alany: FO

A hang sorszáma: 2
Fonetikus jel: [A]
[ɔ]

Szeletszám: 3
A szó: BAB
Fon.pozíció: 2



MÉRÉSI VISZONYLATOK mm-ben

1 - 11 = 6
1 - 2 = 6
11 - 12 = 9
2 - 11 = 9
1 - 12 = 11
11 - 10 = 30
2 - 12 = 8
12 - 22 = 17
2 - 22 = 22
2 - 13 = 23
2 - 14 = 27
2 - 17 = 54
2 - 18 = 54

3 - 22 = 21
3 - 13 = 19
3 - 14 = 20
4 - 13 = 20
4 - 14 = 17
4 - 15 = 19
5 - 22 = 26
5 - 13 = 21
5 - 14 = 15
5 - 15 = 12
5 - 16 = 18
5 - 17 = 29
5 - 18 = 42

6 - 22 = 33
6 - 15 = 15
6 - 16 = 7
6 - 17 = 15
6 - 18 = 33
8 - 30 = 0
9 - 29 = 0
17 - 27 = 5
18 - 28 = 12
10 - 22 = 26
10 - 16 = 50
12 - 16 = 44
12 - 17 = 51

3. ábraA magyar [ɔ] hang számítógépes röntgenogramja

f) A kiválasztott nyelvek és hangok területadatainak összehasonlítása és sorrendezése, az eredmény kiírása képernyőre és nyomtatóval papírra.

Az adatokat hangonként egy- és ötszeletes változatban, szekvenciális file-okban tároltuk. Így könnyű és egyszerű az egy logikai egységet adó adatállomány együtmozgatása. Egy nyelv teljes hangállományának adatai bőven elférnek a C-64 gépi memóriá-

A FILE sorszáma: 2
RTG forrás kód: 18
Kísérleti alany: FO

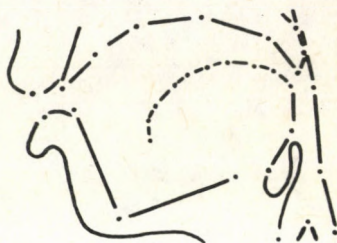
A hang sorszáma: 2
Fonetikus jel: [A]

Szeletszám: 3
A szó: BAB
Fon.pozíció: 2

A MÉRÉSI VISZONYLATOK ADATAI

1-2 = 6	3-13 = 19	27-25 = 9
1-11 = 6	3-14 = 20	27-17 = 5
11-12 = 9	4-13 = 20	27-26 = 12
1-12 = 11	4-14 = 17	28-26 = 11
2-11 = 9	4-23 = 17	28-18 = 12
11-10 = 30	5-23 = 13	28-19 = 18
2-12 = 8	5-15 = 12	28-20 = 12
12-22 = 17	5-24 = 13	31-18 = 22
2-22 = 22	6-24 = 11	31-19 = 15
2-13 = 23	6-16 = 7	29-9 = 0
3-22 = 21	6-25 = 10	30-8 = 0

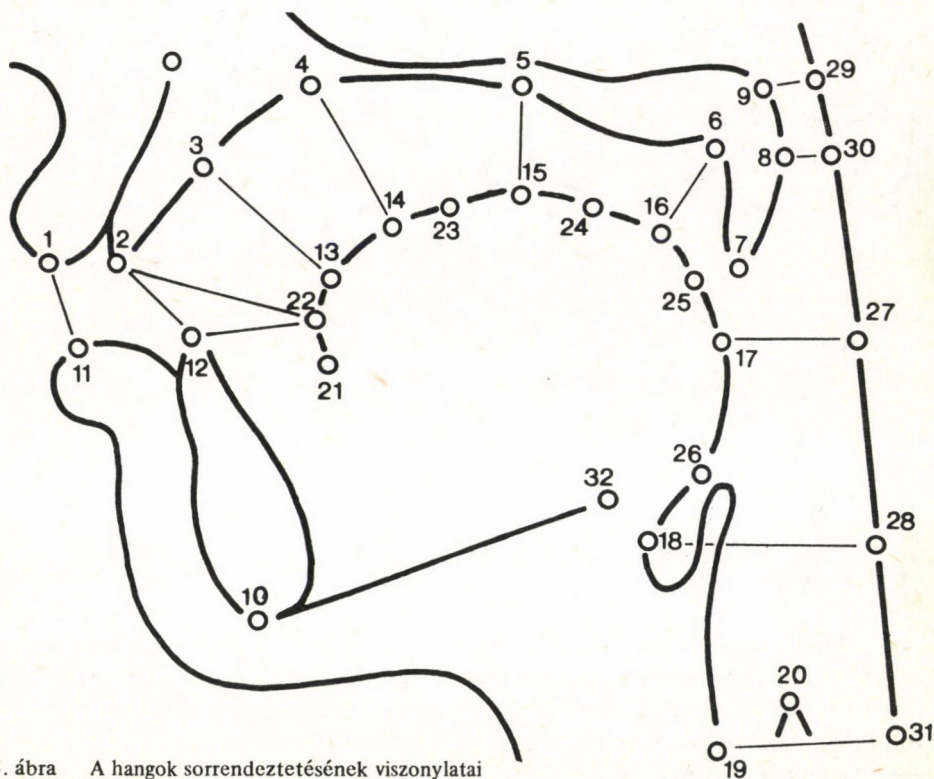
A HANG RÖNTGENGRAMJA



2

[ɔ]

4. ábra A magyar [ɔ] hang artikulációs adattáblázata



5. ábra A hangok sorrendeztetésének viszonylatai

SORRENDVIZSGÁLAT

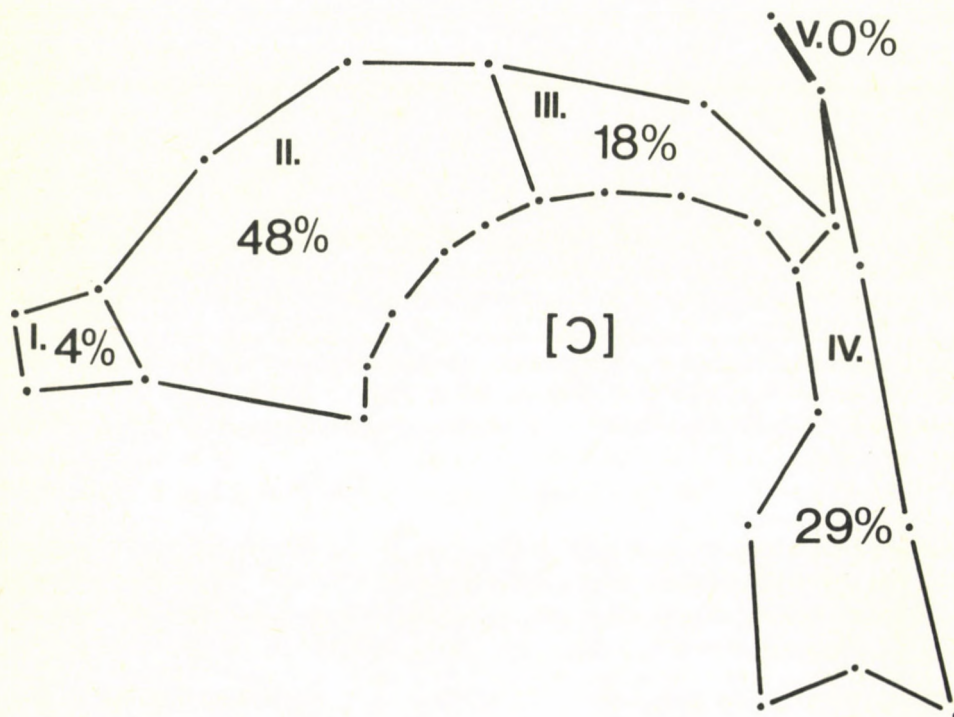
A MINTA NEVE : A MAGYAR MAGANHANGZOK SORRENDJE KÉPZÉSI JEGYEIK SZERINT

A VIZSGÁLT PONTOK: 3 -- 13

TÁVOLSÁGOK A TISZTA FÁZIS ÁTLAGA ALAPJÁN mm-BEN

1	[I']	1 mm	10	10	HI'R	20	RD-18	FO
2	[I]	mm	9	9	HIT	20	RD-18	FO
3	[+]	mm	17	78	ZART L.	20	RD-18	FO
4	[Y]	mm	7	7	SUT	20	RD-18	FO
5	[Y']	mm	8	8	HU'T	20	RD-18	FO
6	[E']	mm	11	11	KE'P	20	RD-18	FO
7	[Q']	mm	16	16	TO'R	20	RD-18	FO
8	[E]	mm	16	16	EGY	20	RD-18	FO
9	[Q]	mm	10	10	TOR	20	RD-18	FO
10	[+]	mm	13	13	NYITOTT	20	RD-18	FO
11	[E]	mm	14	14	SEB	20	RD-18	FO
12	[E]	mm	14	14	EBBE	20	RD-18	FO
13	[U]	mm	13	13	FUT	20	RD-18	FO
14	[A']	mm	13	13	RAG	20	RD-18	FO
15	[O]	mm	14	14	SOK	20	RD-18	FO
16	[U']	mm	15	15	KU'T	20	RD-18	FO
17	[O']	mm	17	17	PO'K	20	RD-18	FO
18	[A]	mm	2	2	BAB	20	RD-18	FO

6. ábra A magyar magánhangzók sorrendje a 3-13 pontpárra számított értékek szerint



7. ábra A magyar [ɔ] hangra kapott területértékek

jában, tehát a feldolgozást már a memóriából végezheti a számítógép. A file-ok a következő logikai rekordokat tartalmazzák: a hangot azonosító fonetikai jelölések, a hanggal és regisztrálásával kapcsolatos alapadatok, majd ezután szeletenként következnek a koordináta-adatok.

Az adatbázisban mind a fejléc, mind pedig a röntgenogram koordináta-adatai könnyen és tetszőlegesen javíthatók, változtathatók.

A röntgenogram sémájának a képernyőre rajzoltatása a SIMON'S BASIC segédprogrammal történik. A nyomtatóval végezhető kirajzolásra két program áll rendelkezésünkre: az egyik automatikusan szeletenként nyomtatja ki a hangok sémáját, a másik változat pedig a beírt hang valamelyik kért hangszületét.

A sorrendező program az adott pontpárok mérési viszonylatai alapján a kért szelet(ek) átlagában a távolságok alapján sorba szedi és kinyomtatja a teljes adatállományt. Ez a program is két változatban készült. Az első, a „nagy rendező” dupla FOR.....NEXT ciklus és DATA-sor segítségével automatikusan végzi el az összes szükséges sorrendezést, a másik pedig tetszés szerinti egy szempont alapján.

*

Végezetül köszönettel tartozunk dr. Lampé István egyetemi tanárnak, a DOTE Fül-, Orr-, Gégeklínikája igazgatójának, akinek szíves hozzájárulásával dr. Kincses Gyula egyetemi tanárségéd részt vehet kutatásainkban. Köszönetet mondunk még Nikléczy Péter kollégánknak, munkacsoportunk tagjának, aki a kinoröntgenografikus kísérletek műszaki-technikai és szakgrafikai feladatainak a megoldásában nyújtott értékes segítséget, valamint Kiss Gábornak, munkacsoportunk programozójának a programok összeszerkesztésében való közreműködéséért.

Irodalom

- BOLLA Kálmán: A magyar hosszú mássalhangzók képzése (Kinoröntgenografikus vizsgálat számítógéppel). MFF 7. 1981, 7–55.
- BOLLA Kálmán: A magyar magánhangzók és a rövid mássalhangzók képzési sajátosságainak dinamikus röntgenográfiai elemzése. MFF 8. 1981, 5–63.
- BOLLA Kálmán: A hangképzés kinoröntgenografikus vizsgálata számítógéppel. In: Voces amicorum Sovijärvi. In honorem Antti Sovijärvi. Helsinki, 1982, 63–80.
- BOLLA Kálmán–KISS Gábor: A „hangszabvány” magánhangzóinak számítógépes bemutatása. MFF 15. 1986, 166–74.
- KISS Gábor: A dinamikus röntgenográfiai vizsgálat számítógépes programja. MFF 7. 1981, 56–8.
- SIMON, P.: Les consonnes françaises (mouvements et positions articulatoires à la lumière de la radiocinématographie). Paris 1967.
- SOVIJÄRVI Antti: A nyelv artikulációs mozgásáról a röntgenfilmek fényében. MNY LXIV, 1968, 1–5.

EXAMINATION OF ARTICULATIVE PROCESS OF SUPRAGLOTTAL CAVITIES BY COMPUTER

Kálmán Bolla—Éva Földi—Gyula Kincses

1. Cineradiography, video recorder, and computer

The complexity of the hidden-motion mechanisms which produce speech necessitates the application of special instruments and methods. The articulatory processes of supraglottal cavities play an outstanding and determinative role in the whole speech producing. To realize our tasks of research we formed a „measuring chain” of 7 degrees from the instruments seen in figure 1., we elaborated a technology adequate to techniques and purposes of examination.

2. Preparation of processing by computer

The preparation of processing by computer begins with the indication of the measurement points. We mark out the point system serving for expressing of articulatory peculiarities on the cineradiogram. The place of measurement points, articulatory relations examined by point pairs, and 5 (labial, palatal, velar, pharyngeal, nasal) parts of the supraglottal cavities pointed out according to the aims of the examination can be seen in figure 2.

3. The processing by computer

In the present phase of the work we elaborated programs in BASIC language to carry out 6 tasks by computer. Computer configurations consist of Commodore 64 computer, VC 1541 single drive floppy disk, 1702 videomonitor, and MPS 802 printer. We elaborated a technology by microcomputer to the research of interlingual phonetic comparison. We analyse the examined languages (Hungarian, Finnish, Russian, Polish, English, German) with uniform method and aspect. We made our programs in so-called one frame and five frames variations to processing by computer. The 6 tasks which can be carried out by computer are as follows:

- a) The manipulation of data (input, storing, correction, output of co-ordinate data of radiogram).
- b) The drawing out to the monitor and printing of radiogram (see figure 3.).
- c) The tabulation to the monitor and printing of the data of measuring relations (see Fig. 4.).
- d) The printing of the order of sound substance according to the measuring point pairs (see Fig. 5., 6.).
- e) The calculation of the whole surface (=100%) and the 5 parts of supraglottal cavities and drawing out and printing of the relative numbers and the percentage of the parts to the monitor (see Fig. 7.).
- f) The comparison, the order of data of surface of the selected languages and sounds, the drawing out of results to the monitor and printing.

A HANGSZABVÁNY MAGÁNHANGZÓINAK SZÁMÍTÓGÉPES BEMUTATÁSA

Bolla Kálmán—Kiss Gábor

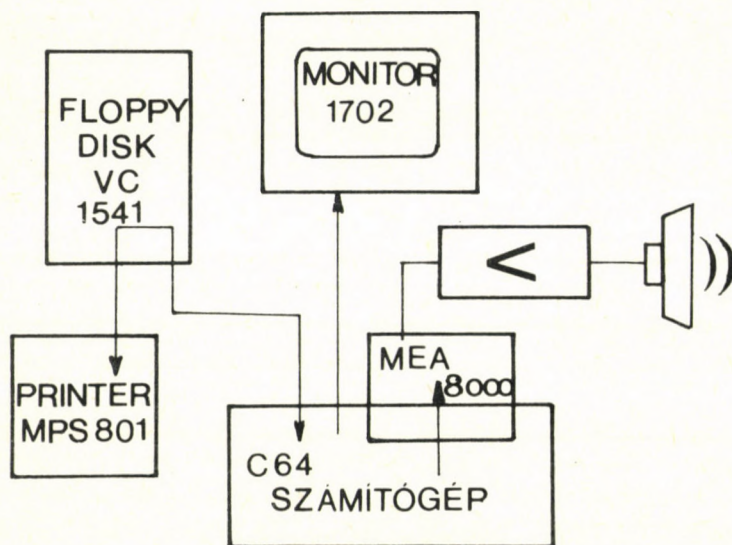
1. Röviden az előzményről. Egy korábbi tanulmányban (Bolla MFF 13. 1984, 71–120) részletesebben foglalkoztunk a hangminőség objektív mérhetőségének a kérdésével. A beszédhangok akár egy nyelven belüli hasonlítása, de méginkább a különböző idegen nyelvek hangjainak az egybevetése akkor ad reális eredményt, ha az összehasonlítás valamilyen általánosan alkalmazható fonetikai mértékrendszer alapján történik. Az IPA ún. kardinális magánhangzóiból kiindulva kidolgoztunk egy 24-féle magánhangzból álló rendszert. A hangszabványnak nevezett magánhangzó monoftongusok legfőbb képzési jegyeinek (4 nyelvemelkedési fok és a vele korreláló zártsági–nyíltsági fok, 3 képzési hely, valamint labiális–illabiális jelleg) és az F_1 -, F_2 -értékekben kifejeződő hangzási jellemzőinek a figyelembevételével alakítottuk ki, miután fonetikai kísérletekkel (kinöröntgenografikus felvételekkel) és akusztikus elemzésekkel, mérésekkel, hangszínképelemzéssel és szintézissel meghatároztuk az artikulációs helyzeteket és a nekik megfelelő hangzási értékeket. A munka folytatásaképpen a fenti kutatási eredmény gyakorlati alkalmazásának az elősegítésére létrehoztuk a hangszabvány magánhangzóinak bemutatására szolgáló számítógépes eljárást. Először a fonetikai laboratóriumunkban használatos PDP 11/34 típusú számítógépre és OVE III/c beszédsszintetizátorra dolgoztuk ki, majd éppen a szélesebb körű felhasználhatóság érdekében a nálunk eléggé elterjedt Commodore 64 személyi számítógépre is adaptáltuk, kihasználva ez utóbbinak a grafikus megjelenítési lehetőségeit is.

2. Az volt a feladat, hogy mind látási, mind pedig hallási érzékeléssel könnyen felfogható formában s egyszerűen kezelhető programmal bemutassuk a hangszabvány magánhangzóit, hogy szükség szerinti ismételhetőséggel szilárd vizuális és auditív emlékképet alakítsunk ki a felhasználóban. Így a tudatban elraktározott hangsajátságok birtokában nagyobb biztonsággal és pontossággal lehet megítélni a vizsgálandó magánhangzók minőségét. A fonetikai hallás fejlesztésének is hathatós eszközt látjuk az alább ismertetendő eljárásban.

3. A neves angol fonetikusról, a nemzetközi fonetikus írás mesteréről Daniel Jonesről elnevezett programunkkal az alábbi demonstrációra van lehetőség, amelyet a program az ún. menüben közöl a felhasználóval.

1. A hangrendszer táblázatos bemutatása
2. A hangok megszólaltatása, a fonetikus jel képernyőre írása
3. A hangok röntgenismémainak képernyőre rajzolása

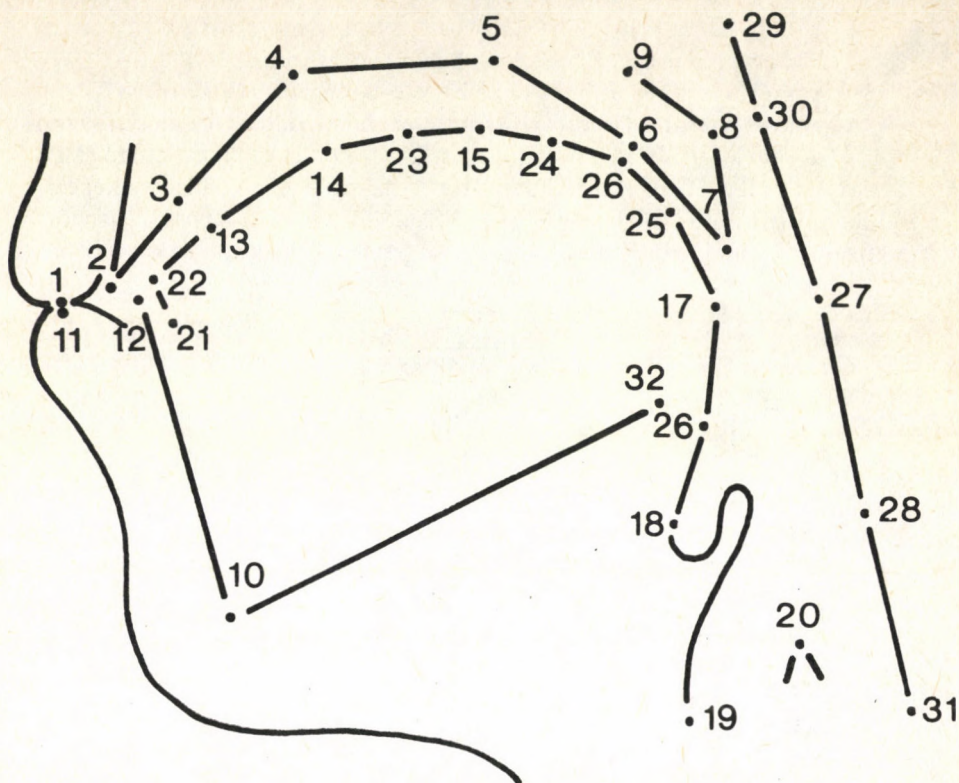
4. A röntgenséma képernyőre rajzolása és a hang megszólaltatása
5. A képernyőn megjelenített ábrák kinyomtatása (printelése)
6. A programmal végzett munka befejezése, a program „kikapcsolása”
4. A bemutatás technikai eszközeit (hardverét) Commodore 64 személyi számítógép, 1541 típusú mágneslemez meghajtó egység, monitor, grafikus nyomtató (MPS 801), valamint a MEA 8000 beszédszintetizátort tartalmazó áramköri kártya képezi. Ez utóbbit az ún. bővítő csatlakozón keresztül illesztjük a számítógéphez. A hangot a szintetizátorról külső erősítővel és hangszóróval (esetleg fejhallgatóval) közvetítjük.



1. ábra A hangszabvány bemutatására szolgáló számítógépes rendszer

5. A fonetikai adatbázis két részből áll: a) a 24 magánhangzó artikulációs diagramjának a kirajzoltatásához szükséges s a röntgenfelvételek elemzéséből nyert paramétereiből és b) a hangok mesterséges előállításához szükséges akusztikus paramétereiből. Az artikulációs helyzet bemutatására szolgáló röntgenogramot a program 32 mérési, illetőleg referenciapont koordináta-adataiból állítja elő (ld. 2. ábra). A koordináta-adatokat 1–24 sorszámozású szekvenciális file-okban helyeztük el a mágneslemezre. Ugyancsak mágneslemezen tároljuk S jellel 1–24 sorszámozással az akusztikus paramétereket is a MEA 8000 szintetizátor működtetéséhez szükséges formában kódolva (ld. Arató–Kiss–Tajthy 1986). Az [a] hang hexadecimális kódja így néz ki: FAD3E7FF. Mindkét adattömb a program indítására adott utasítással kerül a gép operatív memóriájába.

6. A szoftver ismertetését azzal kezdjük, hogy a C-64 grafikus lehetőségeinek a kihasználására a SIMON'S BASIC nevű segédprogramot használjuk. A fonetikus jeleket a számítógép ún. sprite-ként kezeli, ugyanis így lehet a legcélszerűbben nagy felbontású képet megjeleníteni a C-64-en. Egy-egy sprite 21x24 képpontból áll, tehát 264 pontból kellett az egyes hangok jelét megtervezni (ld. 4. ábra).



2. ábra A mérési és a referenciapontok elhelyezése a hangok röntgensémáján

7. Vegyük sorra az 1–6 számok leütésével megvalósítható demonstrációs lehetőségeket.

— Az 1-es szám leütésével a képernyőn megjelenik a fonetikai hangszabvány 24 magánhangzóból felépülő rendszere egy olyan táblázatos formában, pontosabban koordináta-hálóban, amelyről leolvashatók a hangok F_1 -, F_2 -értékei, valamint a fentebb említett képzési jegyeik (ld. 5. ábra). A hangok azonosítása sorszámmal történik (1–24, azaz [i–ʊ]). A páratlan szám mindig illabiális, a páros labiális hangot jelent. E bemutatással megvalósítható didaktikai cél a magánhangzó-rendszer globális megismertetése, a hangelemeknek mint rendszertényezőknél az elhelyezkedését hivatott vizuális formában rögzíteni, s ezzel a képzési és hangzási jellemzők memorizálását, emlékezetbe vésését megkönnyíteni. A space lenyomásával térünk vissza a menüre, a művelet-kiválasztásra.

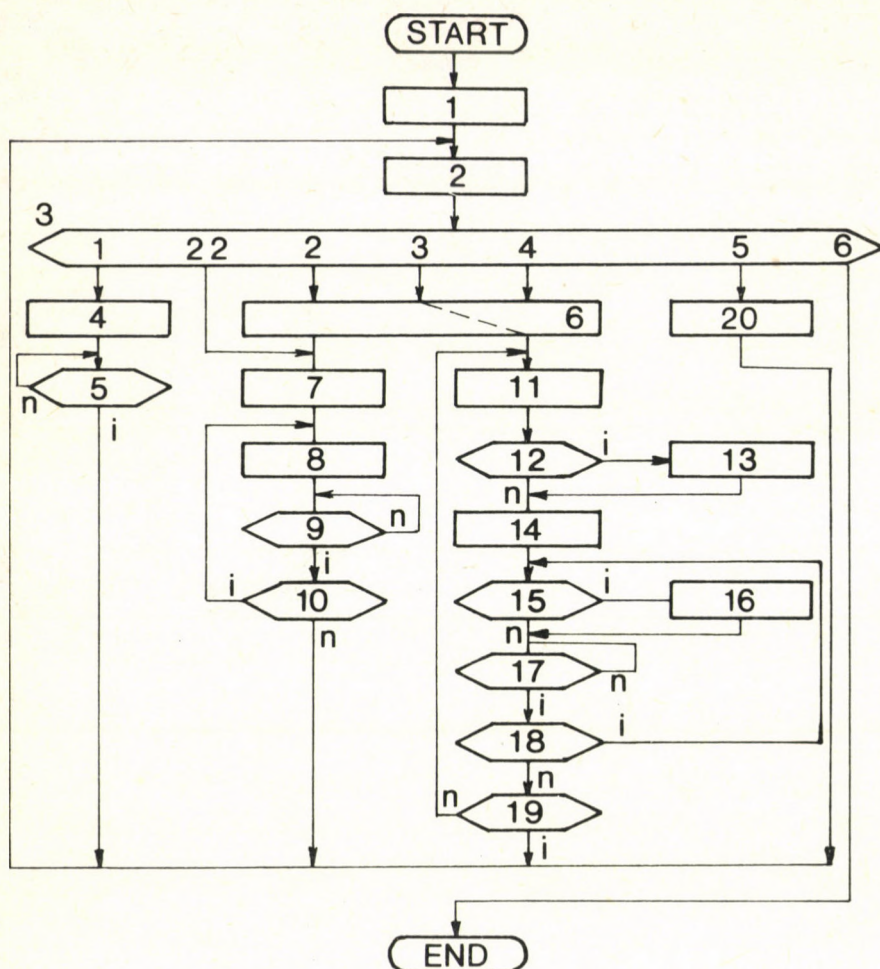
— A 2-es szám leütése a megszólaltatás és a fonetikus jel képernyőre rajzolását kezdeményezi az alábbiak szerint:

HANY HANG LESZ? 3

AZ 1. HANG SORSZAMA = 3

A 2. HANG SORSZAMA = 5

A 3. HANG SORSZAMA = 7



3. ábra A JONES program folyamatábrája

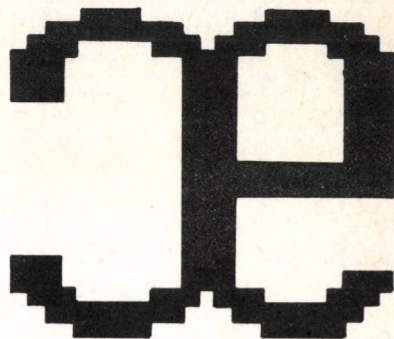
1. Lemezről a hangok koordináta- és akusztikai adatainak beolvasása. 2. A képernyő törlése és a menü kiírása. 3. A begépelte számjegy szerint elágazás. 4. Az F1–F2 koordináta-rendszerben a hangok kirajzolása. 5. Volt leütött billentyű? 6. Az aktuális hangok sorszámának megkérdezése. 7. A soron következő hang kijelölése. 8. A hang megszólaltatása. 9. Volt leütött billentyű? 10. A leütött billentyű az „R” volt? 11. A soron következő hang kijelölése. 12. Egyetlen hang sorszámát adták meg? 13. A fonetikus jel kirajzolása a képernyőre. 14. A röntgenséma kirajzolása a képernyőre. 15. A 4. parancs végrehajtása történik? 16. A hang megszólaltatása. 17. Volt leütött billentyű? 18. A leütött billentyű az „R” volt? 19. Az utolsó hang volt? 20. A nagy felbontású képernyő kinyomtatása papírra

Az utolsónak megadott hang (amely lehet 1–24) sorszámát követően a képernyőn megjelenik az első hang fonetikus jele, majd néhány másodperc múlva megszólal a hang is. A hangzásidőt 300 ms-ban adtuk meg. Az akusztikus sajátosságok megfigyelésére és emlékeztetbe vésésére nem elégséges az egyszeri gyors elhang-

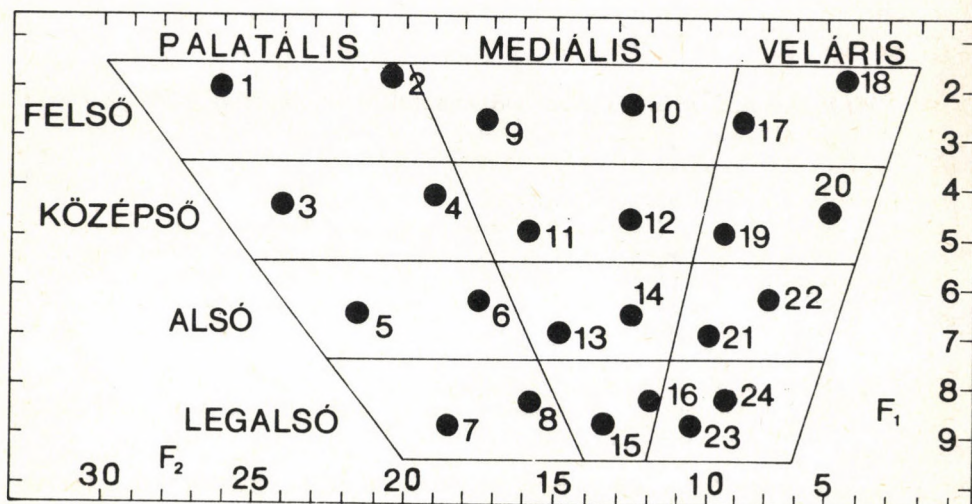

```

11300 DESIGN O,HH*64+KC      ;REM 14
11301 @....BBBB.....BBBB...
11302 @..BBBBBBBBBB..BBBBBBBB..
11303 @.BBB.....BBB.BBB....BBB.
11304 @BBB.....BBB.....BBB
11305 @BBB.....BBB.....BBB
11306 @BBB.....BBB.....BBB
11307 @.....BBB.....BBB
11308 @.....BBB.....BBB
11309 @.....BBB.....BBB
11310 @.....BBB.....BBB
11311 @.....BBBBBBBBBBBBBB
11312 @.....BBBBBBBBBBBBBB
11313 @.....BBB.....BBB
11314 @.....BBB.....BBB
11315 @.....BBB.....BBB
11316 @.....BBB.....BBB
11317 @BBB.....BBB.....BBB
11318 @BBB.....BBB.....BBB
11319 @.BBB.....BBB.BBB....BBB.
11320 @..BBBBBBBBBB..BBBBBBBB..
11321 @....BBBBB.....BBBBB...

```



4. ábra Az [æ] hang fonetikus jele
a) a programba beírt formában és
b) a képernyőre kivetítve



5. ábra A hangszabvány magánhangzóinak rendszere a képzési jegyek, valamint az F1- és F2-értékek figyelembevételével

zás, ezért az „R” betű leütésével többször egymás után ismételtén meghallgathatjuk a hangot. A következő hangra a space lenyomásával térünk át. Az utolsó hangot követően a space-szel újra a műveletkiválasztót kapjuk meg. Ha most a 22-es számot gépeljük be, akkor a lefutott hangsorozatot ismétli meg anélkül, hogy újra megkérdezné a hangok számát és sorszámát.

E művelettel elérendő didaktikai cél a fonetikus jel és a hangzás közötti asszociációs kapcsolat elmélyítése. Ennek jelentőségét nem kell hangsúlyoznunk. Minden előszóban megvalósuló beszédprodukción fonetikus lejegyzése, továbbá a fonetikus lejegyzett beszédsszövegek meghangosítása elképzelhetetlen szilárd íráskép—akusztikus emlékkép asszociációk nélkül.

— A 3-as billentyű leütésével egy vagy több hang artikulációs sémáját rajzoltathatjuk képernyőre a következőképpen. Válaszolunk az előző pontban ismertetett kérdésekre. Ha csak egy hangot jelölünk meg, akkor a séma mellett a képernyő jobb oldalán megjelenik a hang fonetikus jele is. Ha több hangot sémáztunk, akkor nem a sprite-ban beírt jelet, hanem a hang sorszámát és az adatfájlban megadott fonetikus jelet kapjuk meg a képernyőn. Ebben a bemutatási formában a space leütésével nem törlődik az előző hang(ok) sémája, hanem a már kirajzolt sémára más-más színnel vetítődnek rá az újabbak. Az utolsó hang sémájának a kirajzolása után leütött space visszavisz a menüre.

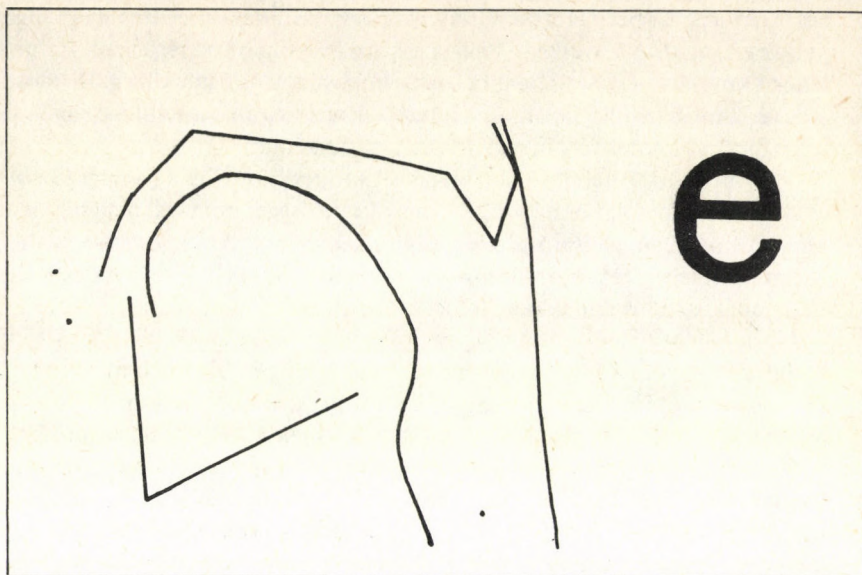
A 3-as számú bemutatás célja az artikulációs helyzet megfigyeltetése, tudatosítása és emlékezetbe vésése, az artikuláció és a fonetikus jel közötti asszociatív kapcsolat megteremtése, s nem utolsósorban az egyes hangok képzésében való eltérések, hasonlóságok megismertetése a röntgensémák egymásra vetítése által. Ezzel a bemutatással tudatosíthatók a hangoknak egy képzési jegyben való eltérései, például a palatális—mediális—veláris jellegből adódó különbségek éppúgy, mint a nyelvemelkedés fokából és az állkapocs nyitódásából származó eltérések.

— A 4-es szám leütésével egy vagy több hang artikulációs helyzetét ábrázoló röntgensémát és a neki megfelelő hangzást állítjuk elő a hang sorszámának a megadásával. E bemutatás módja megegyezik az előző pontokban ismertetettel. Egy hang megszólaltatása esetén a röntgenséma mellett a fonetikus jel rajzban, több hangnál betűkarakterszerű formában jelenik meg. A hangzás ismételtetésére itt is az „R” szolgál. (Több hang esetén mindig az újonnan kirajzoltnak megfelelő hangot ismétli). A space funkciója megegyezik az előző bemutatásban leírtakkal.

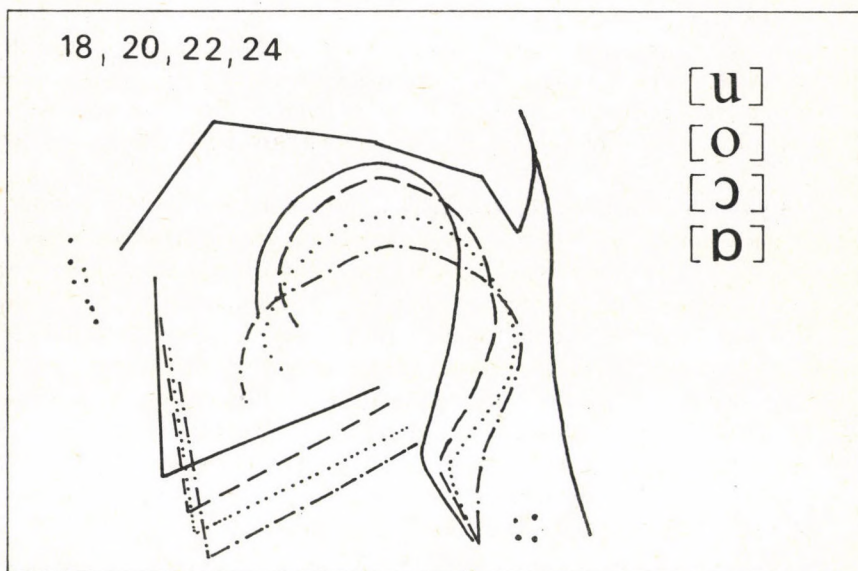
A 4-es bemutatásban együtt szerepelnek az elsajátítandó fonetikai tulajdonságok: az artikulációs helyzet, a fonetikus jel és a hangzás. Célunk a 3 dimenzió szoros asszociációs kapcsolatának a kiépítése, a többnyire egymástól elkülönülő jellemzők fonetikai szintézisének a megteremtése.

— Az 5-ös szám begépelésével a képernyőn megjelenített táblázatot (fonetikai mérőrácsot), a hangok artikulációs sémáit tudjuk grafikus nyomtatóval kirajzoltatni, dokumentálni. Ezt azzal értük el, hogy a hangszabványt bemutató táblázatot és a hangok röntgensémáját az ún. nagy felbontású képernyőre vittük, elmentetben a műveletkiválasztóval és a hangok mennyiségét, sorszámát megkérdező kiírásokkal, amelyek az ún. karakterképernyőre kerülnek.

— A program futását a 6-os szám begépelésével fejezzük be.



6. ábra Az [e] hang röntgensémája és fonetikus jele, ahogyan a képernyőn megjelenik



7. ábra A veláris labiálisok egymásra vetített röntgensémája

Az ismertetett program kisebb átalakítás mellett alkalmas arra is, hogy egyes nyelvek hangrendszerét mutassuk be vele. Ilyenkor az artikulációs adatokat, az akusztikus paramétereket és a fonetikus jeleket kell kicserélnünk az adott nyelv adataival.

Irodalom

- BOLLA Kálmán: Egyetemes fonetikai hangszabvány? A magánhangzók. MFF. 13. 1984, 71–120.
- ARATÓ András–KISS Gábor–TAJTHY Tamás: A MEA 8000 beszéd szintetizátor Commodore 64 számítógépen működő fejlesztő rendszere. MFF 15. 1986, 143–54.

PRESENTATION OF VOWELS OF „SOUND STANDARD” BY COMPUTER

Kálmán Bolla–Gábor Kiss

1. In an earlier treatise we gave a detailed account of the fact that the sound quality can be measured objectively. (Bolla MFF 13. 1984, 71–120). Starting from the so-called cardinal vowels of IPA we elaborated a phonetic measuring system, the 'sound standard' consisting of vowel monophthongs of 24 kind to compare the speech sounds. We determined the articulative positions and sounding values adequate to these by phonetic analyses and syntheses. To apply the experimental results in practice we established a method by computer presenting the vowels of the sound standard, first by PDP 11/34 computer and OVE III/c speech synthesizer, then Commodore 64 personal computer.

2. The task was to present the vowels of the sound standard in an easily comprehensible form by visual and auditive sensation with a program easy to manage and to form a firm visual and auditive memory in the user by repetition according to need.

3. Our program named Daniel Jones renders the following demonstration possible, which is contained in the so-called menu of the program.

1. The presentation of the sound system in tables (see Fig. 5)
2. The sounding of the sounds, writing of the phonetic sign to the screen (see Fig. 4)
3. The drawing of the X-ray schemes of the sounds (see Fig. 7)
4. The drawing of the X-ray scheme and the sounding of the sound (see Fig. 6)
5. The printing of the figures seen on the screen
6. The termination of the operation by the program, the „switching off” the program
4. The technical means seen in Fig. 1 constitute the hardware of the presentation.
5. The phonetic basis consists of two parts: a) the co-ordinate data necessary to the drawing of X-ray scheme of 24 vowels (see Fig. 2) and b) the acoustic parameters necessary for the artificial production of sounds.
6. The process figure of the program named Daniel Jones is shown in the Fig. 3.
7. In the further part of the study we make known the menu from 1 to 6.

The program is suitable for presenting the sound system of other languages. In such a case the articulative data, acoustic parameters and phonetic signs are to be substituted for the data of the given language.

Új kiadványok New publications

B. ROČŁAWSKI: Palatalność. Teoria i praktyka. Gdańsk 1984. 215 lap

Nem könnyű feladatot tűzött maga elé Bronisław Ročławski, a Gdański Tudományegyetem Lengyel Filológiai Intézetének tanára, amikor a palatalizáció monografikus feldolgozására vállalkozott. Ugyanis erről a több szláv nyelvben – a lengyelben is – létező, a hang- és a fonéma-rendszerre igen erősen ható „jelenségről” igen eltérő nézetek alakultak ki az eddigi kutatások folyamán, különösen a palatális hangok és fonémák fonetikai–fonológiai státusára vonatkozóan. A szerzőnek tehát nagy és heterogén, s különböző módszerekkel vizsgált anyag állt rendelkezésére, amelyre munkája során maximálisan tekintettel volt.

A szerző tíz fejezetben, több szempontból (fonetikai és fonológiai, fonostatisztikai, fonotaktikai, logopédiai, glottodidaktikai) tárgyalja a palatalizáció mibenlétét, valamint működését és hatását a lengyel nyelvben, több szláv nyelvvel való összehasonlításban. Az első 2 fejezet áttekintést nyújt a palatalizáció fogalmáról, jelentéséről, fonetikai–fonológiai hatásáról és a kutatási módszerekről eddig kialakult álláspontokról, illetőleg gyakorlatokról. Ročławski itt megkérdőjelezi a palatalizáció terminus használatát: véleménye szerint helyesebb volna az „i-sítés” (itowość) és a „jé-sítés” (jotowość) szavak bevezetése a hagyományos szakszó helyett, mert a szerző fel fogása szerint a palatalizáció feltétele, hogy a nyelv magánhangzó-rendszerében legyen az /i/ ~ /j/ oppozíció, azaz legyenek [i]- és [j]-féle hangok. Ročławski azon az állásponton van, hogy a „keménység” mint a „lágyság” ellentéte oppozíciós jegy az „i-sítéssel” szemben, a „jé-sítés” viszont neutrális a lágysággal és a keménységgel szemben.

Ezek után a szerző megfogalmazza a monográfia elkészítésének a célját: a hangok és a fonémák rendszerének leírása olyan formában, hogy az a nyelvet tanulók és tanítók számára is könnyen áttekinthető legyen.

Vizsgálatait, amelyek elsősorban auditívek voltak, nagy nyelvi anyagon (köznyelvi és nyelvjárási) végezte. Saját összeállítású nyelvi korpuszon, spontán beszédben és írott szövegen elemezte a palatalizációt, s mivel műszeres mérésekre nem volt lehetősége, más szerzők akusztikus adataira támaszkodott. Metodológiai eljárását kifejtve a szerző hangsúlyozza, hogy az élőbeszédet nemcsak a beszélő, hanem a hallgató (befogadó) szempontjából is tanulmányozta. Véleménye szerint ugyanis pontosabb képet lehet kapni a vizsgált kérdésben a befogadó megítélése, döntése alapján, mint az artikulációs helyzetekből. A nyelvi anyagot elsősorban óvodás korú (5–7 éves) gyermekekkel teszteltette, őket tartja a legideálisabb adatközlőknek, mert csak a „nyelvértékükre” támaszkodnak.

A bevezető részeket követő harmadik fejezet A palatalizáció mibenléte címet viseli (25–64). A kutatástörténeti áttekintés (25–30) a téma legkiemelkedőbb tudásainak nézeteit, eredményeit foglalja össze. A palatalizáció fonetikai és fonológiai aspektusai című alfejezetben (30–64) a palatalizációnak mint az „i-sítés” és a „jé-sítés” realizációjának auditív–akusztikus feltételeit vizsgálja és írja le. A szerző – ahogyan

már a bevezető részben is említette – a palatalizáció meglétének feltételét az $/i/ \sim /i/$ fonémapár funkcionálásában látja, s véleménye szerint a lengyel nyelvben is megvan ez az oppozíció. Ennek egyik bizonyítékaként tartja, hogy a tesztelők pl. a *pył* és a *pił* szavak szegmentálásakor az $[i]$ és az $[i]$ magánhangzók, nem pedig a $[p]$ és a $[p']$ más-salhangzók között tettek különbséget. Ebből, valamint a labiális zárhangok utáni $[j]$ -féle hang ejtéséből azt a következtetést vonja le, hogy a lengyelben csak kemény $/b, p, m, v, f/$ fonémák vannak, s ily módon egyszerűsödik a lengyel fonémarendszer: öttel kevesebb mássalhangzó- és eggyel több magánhangzó-fonéma ($/i/$) van, ami Rocławski nézete szerint jobban megfelel a lengyel nyelvérzéknek. (Ezt a felfogást több kutató is vallja, ami azonban igencsak vitatható.) A szerző ebben a fejezetben írja le a palatalizáció fokozatait, a szinkron és az aszinkron palatalizáció jelenségét (40–57). A 4. fejezet a palatalizációnak a helyesírásban való jelölésének kialakulását tekinti át (65–74).

Az 5. és a 6. fejezet a palatalizációnak a lengyelben – a többi szláv nyelvvel való összehasonlításban – betöltött nyelvi funkcióját foglalja össze (75–93).

Két fejezet (7. és 8.) a palatalizáció logopédiai, glottodidaktikai aspektusait vizsgálja, s a fonetikai–fonológiai kutatások eredményeinek a gyakorlati alkalmazását mutatja be (105–12).

A 9. fejezet (113–86) a palatalizációt fonostatisztikai és fonotaktikai aspektusokból elemzi igen nagy nyelvi anyagon. Áttekinti a lengyel fonémák és hangok valamennyi kapcsolódási lehetőségét és gyakoriságát.

A szerző, aki több, mint egy évtizede foglalkozik a palatalizáció vizsgálatával, könyve befejező fejezetében hangsúlyozza: tisztában van azzal, hogy monográfiája nem ad és nem is adhat választ a témával kapcsolatos összes felmerülő kérdésre, s az általa javasolt módszerek és megoldások nem jelentik a palatalizáció problémájának az egyértelmű tisztázását, s még további egzakt kutatásokra van szükség.

Bronisław Rocławski a lengyel fonetikának és fonológiának egy olyan kérdését tárgyalja, amely mind a fonetikai, mind pedig a fonológiai rendszer megítélése szempontjából elsőrendű fontossággal bír. A munka hozzásegít minket a probléma sokoldalú, reális megítéléséhez, és gazdag gondolatfelvetései további vizsgálódásokra ösztönöznek.

Földi Éva



Tájékoztató / Information

II Ogólnopolska Konferencja Logopedyczna (II. Országos Logopédiai Konferencia).
Gdańsk, 1985. szeptember 15–18.

Második alkalommal rendezte meg 1985. szeptember 15. és 18. között a Gdański Tudományegyetem Lengyel Filológiai Intézete Gdańskban országos logopédiai konferenciáját, amelyre külföldi szakembereket is meghívtak Csehszlovákiából, Jugoszláviából, Magyarországról, Nagy-Britanniából és az NDK-ból. A konferencia témája ez alkalommal a beszéd, az írás és az olvasás rendellenességei, zavarai volt. A tanácskozás plenáris üléseken és hat szekcióban folyt. A szekcióüléseken a következő kérdéskörök szerepeltek: 1. beszédnorma és -patológia, 2. a gyermek írás- és olvasási nehézségeinek elméleti és diagnosztikai problémái, 3. a dadogás – elméleti és gyakorlati kérdések, 4. logopédiai variák, 5. szellemi fogyatékos gyerekek írás-, olvasás- és beszédzavarai, valamint 6. írás- és olvasási nehézségekkel küzdő gyermekek terápiájának szervezése és módszerei.

Az előadások egy része az óvodás korú gyermekek iskolai felkészítésével, a helyes kiejtés, az írás és az olvasás tanításával, metodológiai problémáival foglalkozott. A referátumok másik része a valamilyen zavarral, rendellenességgel (elsősorban dyslexiával) küzdő gyermekek terápiájának elméleti, gyakorlati és módszertani kérdéseit elemezték. A konferencia résztvevői – pedagógusok, orvosok, logopédusok, számítástechnikai szakemberek, pszichológusok, nyelvészek – igen sok szempontból közelítették meg és vizsgálták a témát, s mondanivalójukat diafelvételekkel, posztterekkel, magnetofonszalagon rögzített hanganyaggal és filmvetítésekkel illusztrálták. A kutatási eredményeknek a gyakorlatban való alkalmazását ún. műhelyfoglalkozásokon mutatták be, amelyek közül a legtanulságosabb egy gdański óvodában folyó iskola-előkészítő program volt. Itt a gyermekeket hároméves koruktól kezdve tanítják a helyes kiejtésre, az írás és az olvasás alapelemeire. A munkában óvónők, pszichológusok, tanítónők és egyetemi oktatók vesznek részt, akik a gyermekek életkori sajátosságait messzemenően figyelembe véve sajátítatják el a beszéd-, az írás- és az olvasási normákat, s készítik fel a gyermekeket az iskolai tanulásra. Az oktatási program, amelyet B. Ročlawski és munkatársai (Gdańsk) dolgoztak ki, igen eredményesnek bizonyult.

A konferencián mintegy 50 előadás hangzott el és 11 műhelymunkába pillanthattak be a résztvevők, s így az elméleti és a gyakorlatban való megoldásokkal egyaránt megismerkedhettek. Az előadások és a műhelyfoglalkozások látogatása után vita következett. A nagyon gazdag szakmai program mellett jutott idő még egy fromborki, westerplattei és kaszubiai kirándulásra is.

Bolla Kálmán–Földi Éva

XI. Nemzetközi Fonetikai Kongresszus

Tallinn, 1987. augusztus 1–7.

A XI. Nemzetközi Fonetikai Kongresszus szervezőbizottsága (elnöke: Gamkrelidze, T.V.; titkára: Rimmel, M.) első körlevelében az alábbiakról tájékoztat. A kongresszus 1987. VIII. 1–7. között lesz Tallinnban. A kongresszus programjában plenáris előadások, szekcióülések, poszter-előadások, szimpóziumok és munkacsoport megbeszélések szerepelnek. Szekcióüléseket a következő témakörökben terveznek:

Beszédképzés

1. Módszerek
2. hangcsatorna → akusztika
3. a beszédszervek vezérlése, működtetése (hangképző szervek, szintek)
4. artikulációs szintézis
5. gégefő

Beszédakusztika

6. módszerek
7. modellek
8. akusztikus kulcsok és jegyek
9. a hangfolyam szegmentálása
10. szintézis

Beszédpercepció

11. módszerek
12. modellek
13. perifériális elemzés
14. a feldolgozási folyamat szintjei
15. centrális mechanizmusok

Beszédtechnológia

16. a beszéd kódolása
17. analízis és szintézis
18. beszédfelismerés
19. a beszédértés zajban
20. eszközök
21. szakrendszerek és adatbázisok

A beszéd kutatás nyelvészeti irányai

22. fonológia és fonológiai modellek
23. a hangváltozások fonetikai interpretálása, rekonstrukció
24. leíró hangtan
25. prozódia
26. normatív fonetika, fonostilisztika
27. interferencia és szociofonetika
28. tipológia és univerzálék

Különfélék

29. gyermeknyelv
30. spontán beszéd

- 31. logopédia
- 32. oktatás
- 33. beszédhibák, beszédzavarok
- 34.

A kongresszus hivatalos nyelve az angol, német, orosz és francia. A kongresszus keretében könyv- és eszközkijelölt is szerveznek. A jelentkezés beküldésének a határideje 1985 vége volt.

A kongresszusi titkárság címe:

Secretariat of 11-ICPhS
Institute of Language and Literature
ESSR Academy of Sciences
Lauristini 6, Tallinn, Estonia, USSR 200106

Bolla Kálmán

Címünk:

MAGYAR FONETIKAI FÜZETEK
A Magyar Tudományos Akadémia
Nyelvtudományi Intézete
Fonetikai Osztály
Budapest I., Szentháromság u. 2. Pf. 19.
1250

Address for communications:

HUNGARIAN PAPERS IN PHONETICS
Department of Phonetics,
Institute of Linguistics,
Hungarian Academy of Sciences
Budapest I., Szentháromság u. 2. Pf. 19.
H-1250

